

# Trabajo Fin de Máster

Estudio de Impacto Ambiental del proyecto  
Mina Muga

Environment Effect investigation of the proyect  
"Mina Muga"

Autor

Ekaitz Sanz Domeño

Director

María Teresa Echeverría Arnedo

FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS  
Año 2020

## Resumen

En este proyecto se pretende realizar un estudio de impacto ambiental del proyecto Mina Muga ( Navarra y Aragón). Para ello, se ha realizado un análisis técnico, representado a partir de una serie de cartografías tanto básicas como derivadas y, por otro lado, se han estudiado y valorado los distintos impactos que tendrá el proyecto en caso de que se desarrolle. Ambos análisis han sido contrastados entre sí con el objetivo final de formular unas conclusiones en las que se expone los efectos positivos y negativos que tendrá este proyecto.

## Palabras clave

Estudio de impacto ambiental, Sangüesa, Javier, Undués de Lerda, ordenación del territorio, geografía, medio ambiente.

## Abstract

This project aims to carry out an environmental impact study of the Mina Muga project (Navarra and Aragón). For this, a technical analysis has been carried out, represented from a series of cartographies, both basic and derived, and, on the other hand, the different impacts that the project will have in the event that it is developed have been studied and assessed. Both analyzes have been contrasted with each other with the final objective of formulating conclusions in which the positive and negative effects that this project will have are exposed.

## Key words

Environmental impact study, Sangüesa, Javier, Undués de Lerda, spatial planning, geography, environment.

## Índice

1. INTRODUCCIÓN: Justificación, Objetivos y Metodología .....	4
1.1. Justificación del proyecto .....	5
1.2. Objetivos del trabajo y metodología .....	6
2. DESCRIPCION DEL PROYECTO .....	9
2.1 Características del proyecto .....	10
2.1.1 Instalaciones de superficie .....	11
2.1.2 Minería interior .....	13
2.1.3 Accesos .....	13
2.1.4 Suministro energético .....	14
2.2 Duración del proyecto .....	14
3. CARACTERIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL AREA DE ESTUDIO .....	15
3.1 Rasgos climáticos basicos .....	16
3.2 Geología .....	18
3.3 Geomorfología .....	20
3.4 Vegetación y usos de suelo .....	22
3.5 Fauna .....	25
3.6 Espacios protegidos .....	25
3.7 Dominios pecuarios .....	27
3.7 Dominio forestal .....	27
3.8 Tipos de paisaje .....	28
3.8.1 Calidad del paisaje .....	31
3.9 Aspectos socioeconómicos .....	33
4. LEGISLACIÓN DEL PROYECTO .....	36
5. ACCIONES REALIZADAS DURANTE EL PROYECTO .....	39
5.1 Fase de construcción .....	39
5.2 Fase de explotación .....	43
5.3 Fase de desmantelamiento .....	46
5.4 Árbol de acciones .....	48
6. Valoración de impactos .....	49
6.1 Resultados de la valoración .....	59
7. Conclusiones .....	66
8. Bibliografía .....	68

## 1. INTRODUCCIÓN: Justificación, Objetivos y Metodología

El medio ambiente es un sistema complejo y frágil ya que, el incremento en la explotación de los recursos ha sobrepasado en muchos casos el umbral de sostenibilidad, siendo compleja su regeneración.

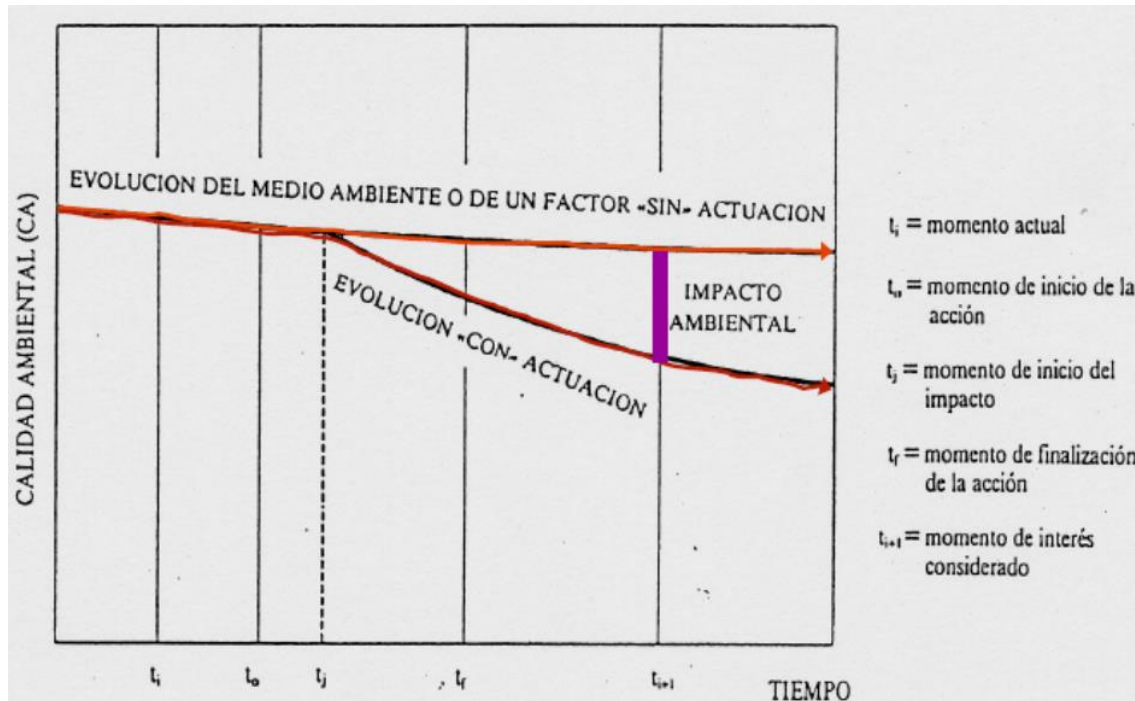


Figura 1. Imagen que muestra la evaluación de impacto ambiental. Fuente EIA

Como se aprecia en la figura 1, la evaluación de impacto ambiental es el documento o acción que muestra el conjunto de estudios, informes técnicos y consultas que permiten conocer las consecuencias que un determinado proyecto tiene sobre el medio ambiente. Se trata de un análisis a través del que formar un juicio objetivo y a partir del cual aprobar o rechazar un proyecto, a los solos efectos ambientales. Esta evaluación se rige por los siguientes principios:

- **Principio de prevención:** La EIA se acelera en función de la posible gravedad del impacto. Hay procesos reactivos, semiadaptativos o adaptativos.
- **Principio de “quien contamina paga”:** la EIA es obligación del promotor, existiendo fianzas y sanciones.
- **Principio de participación pública:** las personas deben tener toda la información necesaria sobre la calidad ambiental de su entorno y sobre la repercusión de actividades y proyectos en la misma.
- **Principio de especialización:** trabajo científico multidisciplinar
- **Principio de integración o de unidad en la diversidad:** integrar todos los factores del medio, en los EsIA, en el EIA y en la DIA.

- **Principio de adecuación o proporcionalidad:** se aplica un proceso u otro de EIA en función de qué proyectos, cómo, dónde, cuándo y con qué sistema de evaluación previo, según la gravedad de los impactos que se prevean.

Por otro lado, en el libro *Concepto de impacto ambiental y su evaluación* (Sanz, 1991) los EIA se caracterizan por varios factores, los cuales son usualmente considerados en las técnicas de valoración de impactos siendo estos los siguientes:

- Magnitud: calidad y cantidad del factor ambiental afectado.
- Importancia: condicionada por la intensidad, la extensión, el momento y la reversibilidad de la acción.
- Signo: si es benéfico, o si es perjudicial.

La introducción del concepto de EIA ha producido un giro significativo en el modo de encarar los procesos, diseño y ejecución de las actividades humanas, ya que como se ha nombrado anteriormente, se ha pasado a valorar los impactos que las distintas actividades proyectos tendrán en el medio ambiente.

El proyecto que se pasará a evaluar a continuación es conocido como “Proyecto Mina Muga”, tratándose de una explotación de minería interior de sales sódicas y potasas. Se sitúa dentro de los términos municipales de Undués de Lerda y Urriés (Aragón), Sangüesa y Javier (Navarra), ocupando una superficie de 200 hectáreas.

El promotor del proyecto es la Empresa Geoalcali que en su página web se define de la siguiente manera:

*“Geoalcali es una empresa española creada a partir de capital nacional e internacional, dedicada al desarrollo y explotación de la minería de potasa.”*

### 1.1. Justificación del proyecto

Este proyecto consiste en la creación de una Mina de potasa, por ello será necesario definir qué es este material. La potasa se refiere a los compuestos de potasio y materiales que contienen potasio, siendo el más común el cloruro de potasio (KCl). El uso principal de estos productos es como fertilizante.

Todos los depósitos comerciales de potasa provienen originalmente de depósitos de evaporita y a menudo están enterrados en el sustrato de la superficie terrestre. Los minerales de potasa son típicamente ricos en cloruro de potasio (KCl), cloruro de sodio (NaCl) y otras sales y arcillas, y generalmente se obtienen por extracción convencional de pozos.

El potasio es el tercer nutriente principal de plantas y cultivos después del nitrógeno y el fósforo. Se ha utilizado desde la antigüedad como fertilizante del suelo. En la actualidad, gracias a varios datos cedidos por la empresa Geoalcali, podemos saber que existe un importante aumento de la demanda de este producto en América Latina y Asia, siendo todavía estos datos mas prometedores en un Futuro ya que con el presumible aumento de la población mundial se

producirá un aumento de la demanda de potasa como se puede apreciar en la siguiente imagen ( Figura 2).

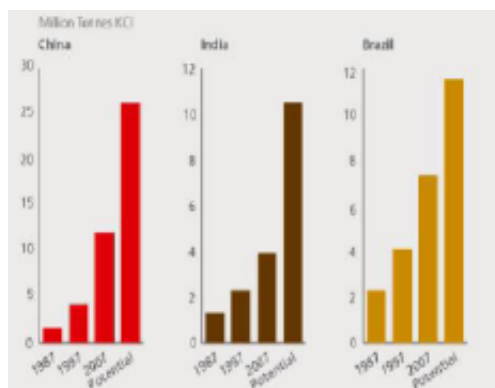


Figura 2. Imagen de la demanda de Potasa. Fuente: Pagina web de la empresa Geoalcali.

Además de su uso como fertilizante, el cloruro de potasio es importante en muchas economías industrializadas, donde es utilizado en el reciclaje de aluminio, para producir hidróxido de potasio, en galvanoplastia de metales, fluidos de perforación de pozos de petróleo, fusión de nieve y hielo, tratamiento térmico de acero, en medicina como tratamiento para la hipocalcemia y ablandamiento del agua.

Por otro lado, se trata de un proyecto que puede ser de gran utilidad para los municipios en los que se sitúa debido a su escasa población, siendo un importante motor que generaría empleo y con ello incrementaría la inmigración a largo plazo, el comercio local y la cobertura de servicios públicos.

## 1.2. Objetivos del trabajo y metodología

El principal objetivo del trabajo es el de realizar la evaluación de impacto del proyecto Mina Muga y para ello se han de cumplir los siguientes objetivos específicos:

- Realización de una caracterización geográfica del área de estudio.
- Identificación y valoración de los diferentes impactos producidos durante el desarrollo del proyecto.
- Elaboración el diagnóstico ambiental (medios físico, biológico y socioeconómico) multidisciplinario del área de influencia directa e indirecta.
- Realización de un análisis del marco legal ambiental del proyecto.

La metodología utilizada para la consecución de estos objetivos ha sido:

- La compilación de material y datos de naturaleza geográfica a partir de bases y cartografías existentes, así como la realización de aquellos mapas necesarios de elaboración propia .

- Utilización de los Sistemas de Información Geográfica (a través del software ArcGis 10.5) para sintetizar información temática. Además, se han utilizado otros programas como Microsoft Excel para el tratamiento estadístico y espacial de los datos.
- Descripción del proyecto
- Identificación, cuantificación y valoración de impactos que se darán en el proyecto.

Se trata de una metodología tradicional de Estudios de Impacto Ambiental, que ha sido aplicada a un espacio reducido. La Identificación, cuantificación y valoración de impactos se corresponden al método Conesa, que sirve para identificar los impactos significativos que se pueden presentar antes de la ejecución de un proyecto, obra o actividad

Los pasos metodológicos se definen en el siguiente desarrollo:

El trabajo comienza con una **descripción del proyecto** donde se expondrán las características del mismo.

- Tras contactar con la empresa se obtuvieron una serie de datos que ayudaron a realizar una caracterización de la zona de estudio, además del mapa de localización de las distintas zonas de estudio y el plano de las instalaciones.

Mas adelante se pasó a realizar una **caracterización del área de estudio**:

- En primer lugar, se concretó el área de estudio para después realizar su caracterización geográfica. En este apartado, lo primero que se realizó fue un mapa de localización de los términos municipales a partir de información obtenida del Centro Nacional de Información Geográfica.
- Seguidamente, se obtuvieron una serie de datos climáticos, de la página web Climate Data.org.
- A continuación, se realizaron los mapas de unidades cronoestratigráficas, con datos obtenidos de la Infraestructura de Datos Espaciales de Navarra (IDENA) y de los Datos Espaciales de Aragón (IDEARAGON), y geomorfológico. Del mismo modo se pudieron realizar mas adelante los mapas de vías pecuarias, montes de utilidad pública, espacios protegidos y cursos fluviales.
- Para la realización del mapa de Vegetación se obtuvieron datos del Corine Land Cover (fecha), que más adelante servirían junto con el mapa geomorfológico para realizar los mapas de Tipos y de Calidad del Paisaje.

Mas adelante se pasó a conocer la **legislación** para la cual se consultaron otros proyectos además de distintas leyes y decretos de las comunidades de Aragón y Navarra.

Después se pasó a realizar una **descripción de las distintas actividades** que se realizaran en el proyecto, siendo estas facilitadas por la empresa.

Por último, se realizó una **valoración de impactos** mediante el método Conesa, siendo explicados mas adelante.



## 2. DESCRIPCION DEL PROYECTO

Como ya se ha señalado el proyecto se localiza al sur de Yesa entre las comunidades de Navarra y Aragón.

### Localización del proyecto Mina Muga

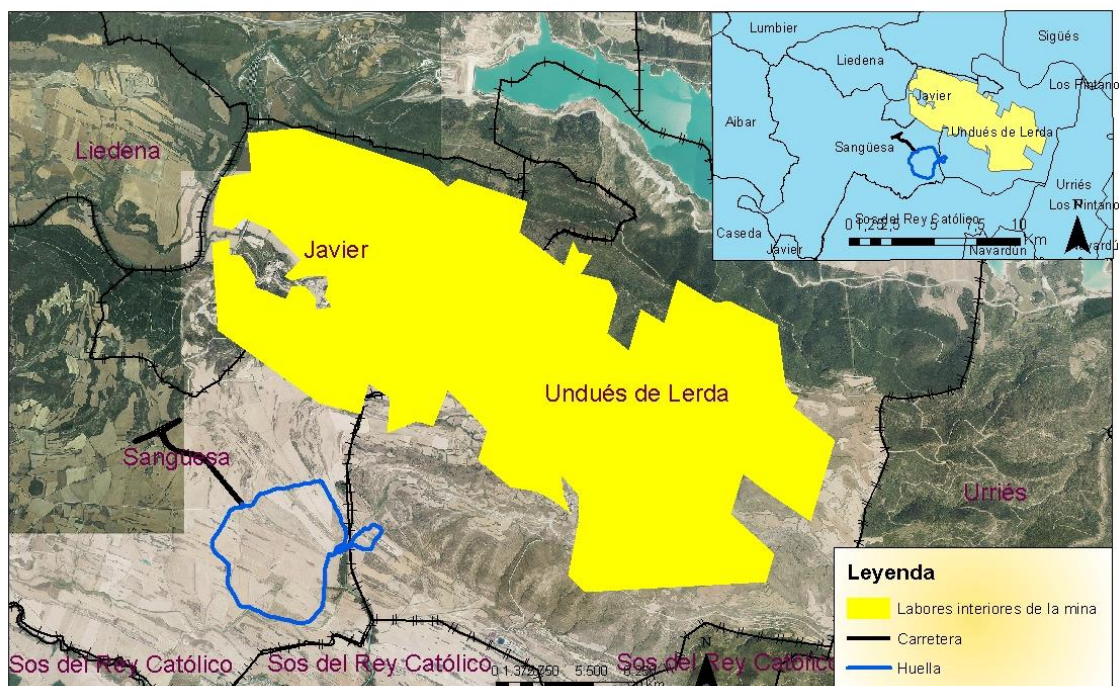


Figura 3. Mapa de localización del proyecto Mina Muga. Fuente: Elaboración propia

Las diferentes partes del Proyecto se desarrollarán en los términos municipales de Javier y Sangüesa, en Navarra, y Undués de Lerda, en la provincia de Zaragoza. Las instalaciones superficiales correspondientes a las instalaciones industriales y la línea eléctrica se localizarán en el municipio de Sangüesa, mientras que la parte de la bocamina se localizaría en Undués de Lerda. En cuanto a las instalaciones exteriores, estarían situadas en los 3 municipios nombrados anteriormente.



Figura 4. Mapa de Localización de las distintas zonas de actividad del proyecto. Fuente: Elaboración propia

La Bocamina se situará en el municipio de Undués de Lerda teniendo una superficie de 1,6 ha. Las Instalaciones Industriales entre las que se encuentran: la planta de Beneficio, lugar donde se realizara el tratado de materiales para obtener la potasa; Backfilling, proceso por el cual la mina se vuelve a rellenar. Los edificios auxiliares se localizarán en Sangüesa ocupando 18,7 ha. De igual manera la Línea Eléctrica y los accesos se localizarán también en Sangüesa. Por último, las instalaciones de interior se localizarán en los 3 municipios anteriormente citados.

## 2.1 Características del proyecto

En primer lugar, el mineral extraído será la silvinita, el cloruro potásico e inertes (arcillas), algo que se realizará mediante minería subterránea, a través de cámaras y pilares con acceso al yacimiento mediante dos rampas. La estimación de la extracción anual es de 6,3 Mt.

Con el material extraído, el producto principal generado es el cloruro de potasio cuya principal aplicación es la de fertilizante. Por otro lado, también se generará sal de deshielo para carreteras y vías.

El tratamiento del mineral se realizará en una Planta de Beneficio instalada al este de las rampas de acceso, en zona de topografía favorable, donde se producirá una media anual de material vendible de alrededor de 1.050.000 Tn de potasa y 1.00.0 Tn de sal sódica.

Los materiales sobrantes extraídos se emplearán en el relleno de los huecos mineros generados en el proceso de extracción, el citado método Backfilling. Para esto se utilizarán los depósitos de fondo de distintos cauces o del pantano principalmente que se complementarán

con halita y el mine tailing, que son los residuos del tratamiento de minerales asociados (ganga) a la mineralización objeto de explotación (mena), hasta el volumen máximo de relleno.

Los materiales que contienen halita se procesarán para la producción de sal de deshielo en la planta de procesamiento específica construida al efecto y a un ritmo de 1Mt/año. Dado que durante la explotación de la mina estos materiales se generan a un ritmo superior que la capacidad de producción instalada, es necesaria la creación de un depósito temporal de materiales.

Se prevé que la vida útil de la instalación sea de 20 años teniendo en cuenta la construcción, extracción y producción de potasa y sal de deshielo, además de otros 16 años de valorización de los subproductos almacenados en el depósito temporal para la producción de sal de deshielo.

Las áreas de ocupación del Proyecto serán las siguientes:

- Ocupación en superficie en Fase de Explotación: 231,66 ha
- Área correspondiente al perímetro de las labores de interior: 2.404 ha
- Suministro energético: El suministro principal se realiza mediante una línea eléctrica de Alta Tensión (66 kV) que parte desde la subestación eléctrica de Sangüesa (Navarra) y discurre a lo largo de su trazado por los Términos Municipales de Sangüesa y Undués de Lerda.
- Energía térmica: Gas Natural Licuado para procesos de secado del proceso industrial y Energía Renovable.
- Energía Fósil. Dos depósitos enterrados con doble pared de acero de 60.000 l cada uno.

#### 2.1.1 Instalaciones de superficie

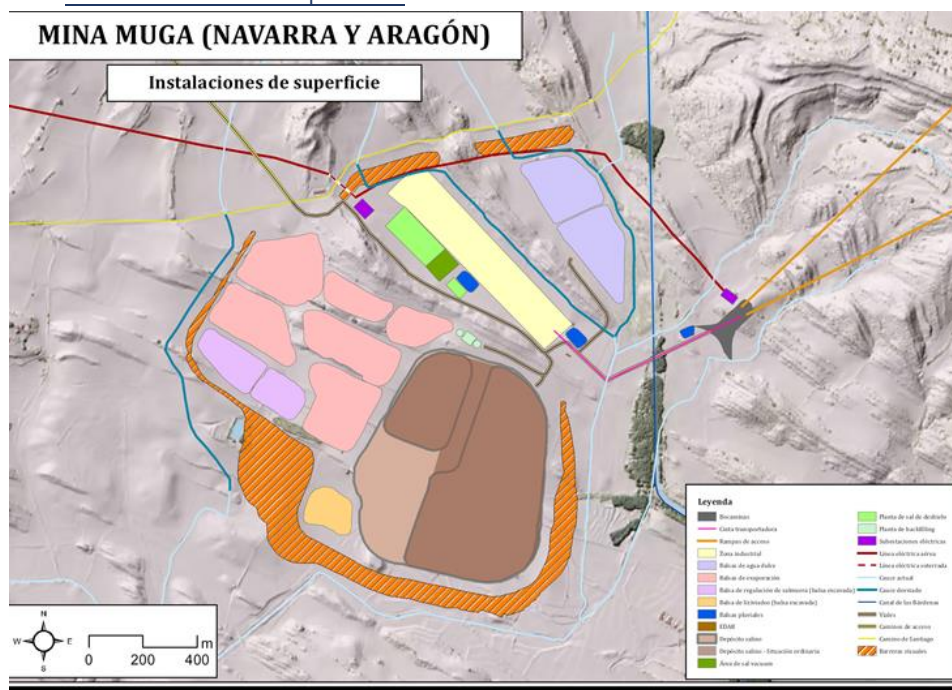


Figura 5 Mapa de las instalaciones de la Mina Muga. Fuente: Empresa Geocalci



#### **a) Área de bocamina**

Esta área de 1,6 ha, comprende la ejecución de los portales de acceso donde se excavarán unos 90.000 m<sup>3</sup> hasta obtener un talud desde el que comenzará la ejecución de las rampas.

La plataforma ejecutada servirá para alojar las diferentes instalaciones auxiliares necesarias tanto para la Fase de Construcción, como para la Fase de Explotación.

Durante la Fase de Explotación del Proyecto el área de bocamina contendrá las siguientes instalaciones auxiliares necesarias para la producción mineral:

#### **b) Cintas de transporte**

Las cintas proyectadas extraerán durante la Fase de Explotación el mineral extraído en mina hasta la superficie, donde discurrirá a lo largo de la zona industrial.

Se proyecta la instalación de 5.417 m de longitud total de cintas transportadoras de los cuales 2.694 m serán instalados en mina y 2.723 m en superficie (incluyendo las que discurren dentro de los edificios).

Todos los transportadores situados en el exterior de los edificios serán capotados, para evitar las emisiones de polvo transmitidas al medio. Además tendrán cubiertas practicables y de longitudes que puedan ser maniobradas por un operario.

#### **c) Planta de beneficio, planta de producción de sal de deshielo y planta de backfilling**

Las instalaciones de superficie anexas a la actividad minera de interior se ubican en una parcela agrícola por la que discurre el cauce de Valdemolinero.

La superficie ocupada será de 18,7 ha incluyendo la zona industrial de proceso donde se ubicarán los edificios, como el área de logística, para la expedición de mercancía

En su conjunto la zona industrial incluirá 20 edificios, 6 de ellos principales, dedicados al proceso y 14 restantes auxiliares.

#### **d) Edificios auxiliares**

Las principales características de los 14 edificios auxiliares que se ubicarán en la zona industrial.

#### **e) Depósito temporal de materiales valorizables**

El Proyecto prevé la construcción de un depósito temporal de materiales valorizables. Su altura máxima temporal alcanza los 57 m sobre la cota del terreno en la zona de cota más baja.

Este depósito estará dotado de un paquete de impermeabilización que garantice la estanqueidad del fondo del vaso, mediante capas naturales y artificiales impermeables e incluye una red de seguridad y control, que sirva para detectar posibles fugas y controlar el nivel freático. Además, contempla la construcción de un drenaje que conduzca las aguas de escorrentía y los lixiviados que se generen en el interior del depósito a la balsa de lixiviados.

### 2.1.2 Minería interior

La huella mineral a explotar tiene una superficie de 2.404 ha con unas profundidades que oscilan entre los 200 m y los 1.500 m y será explotada a lo largo de 18 años.

Las instalaciones necesarias asociadas a las rampas incluyen:

- Ventilación principal mediante un pozo de ventilación en la rampa oeste.
- Instalación eléctrica: centros de transformación en rampas alimentados desde subestación Santa Eufemia en exterior de mina mediante un anillo de media tensión.
- Salas de bombeo: Ejecución de 3 salas de bombeo por rampa para almacenar y bombear al exterior las aguas.

### 2.1.3 Accesos

## Accesos a la instalación de la mina muga

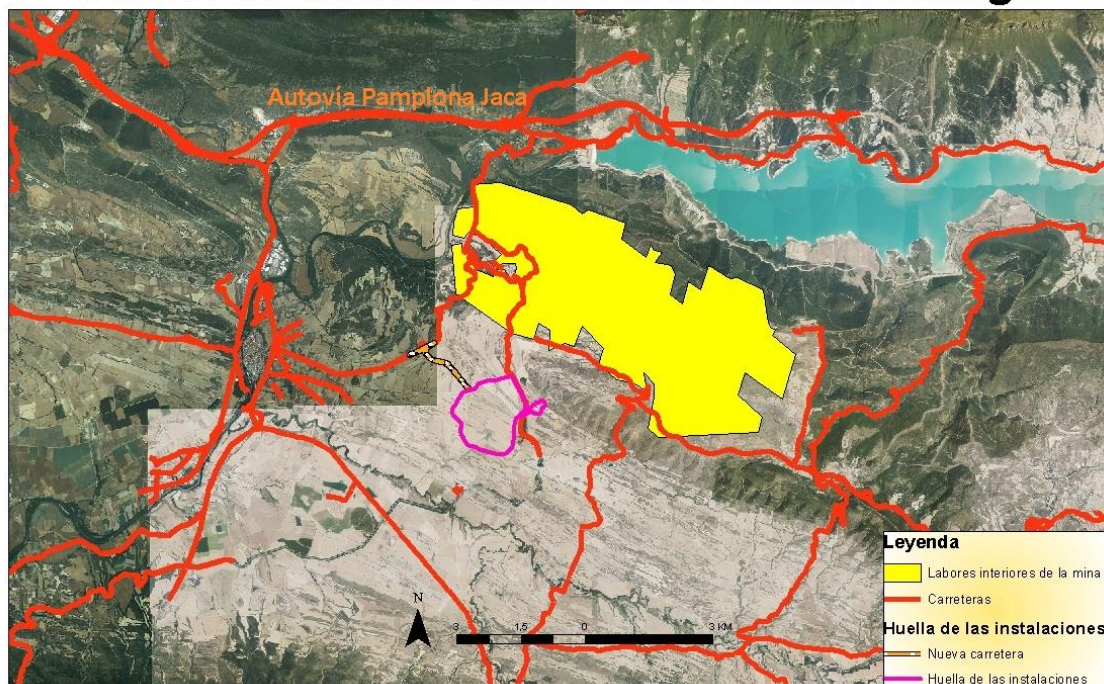


Figura 6. Mapa de acceso a las instalaciones de la mina muga Fuente: Elaboración propia

El nuevo vial tendrá una longitud total de 1.773 m e incluirá 2 carriles, uno para cada sentido de circulación, un ancho de plataforma de 8,3 m y sendos arcenes de 0.6 m (izquierdo) y de 0.7 m (derecho).

#### 2.1.4 Suministro energético

El suministro principal se realiza mediante una línea eléctrica de Alta Tensión que unira con la estación de Sangüesa. Con el fin de distribuir la energía eléctrica transportada a través de la línea aérea de alta tensión descrita anteriormente, se proyecta la construcción de dos Subestaciones eléctricas de Abonado, una para la Planta de Procesos y otra para la Mina.

### 2.2 Duración del proyecto

El proyecto se desarrollará en distintas fases que se pueden dividir como fase de construcción, fase de explotación y fase de desmantelamiento. La fase de construcción durará un total de dos años, la fase de explotación será de un total de 34 años y la fase de desmantelización durará 3 años.

### 3. CARACTERIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL AREA DE ESTUDIO

Se realizará un análisis de distintos aspectos geográficos como el clima, la geología y el relieve, la vegetación y los usos de suelo y las características socio-económicas de la zona donde se realizará el proyecto de la Mina Muga, y a partir de una serie de mapas, tablas y gráficos disponer de un mejor conocimiento geográfico de área de estudio, que será de gran utilidad para el siguiente apartado de naturaleza paisajística.

El perímetro de las labores de interior, proyectadas a superficie, engloba a un área de 1.742 ha, en los términos municipales de Javier, Sangüesa (Navarra) y Undués de Lerda (Zaragoza). La planta de oficinas se ubicará en el término municipal de Sangüesa, al igual que la línea de suministro eléctrico.

La zona se encuentra delimitada al norte por la Sierra de la Cardonera al oeste por el río Aragón y el núcleo urbano de Sangüesa, al sur por el Término Municipal de Sos del Rey Católico y al este por la Sierra de Peña Musera y por el río Regal.



Figura 8. Mapa de los municipios afectados por la Mina Muga. Fuente: Elaboración propia.

Para una mayor precisión en la localización y una aproximación a la misma, es conveniente caracterizar alguna de las poblaciones del área de estudio.

Sangüesa es un municipio de la Comunidad Foral de Navarra, cabeza de la merindad homónima, situada en la Navarra Media Oriental, que cuenta con 4960 habitantes. La ciudad se localiza en una terraza de la margen izquierda del río Aragón, donde desemboca el río Onsella. El municipio, además de la ciudad de Sangüesa está compuesto por las localidades de Rocaforde y Gabarderal, que a principios de 2018 sumaban entre ambas una población de 168 habitantes. El municipio se extiende sobre una superficie de 71,7 km<sup>2</sup> y limita al oeste con Aibar; al norte con Liédena,

Javier y Yesa; al este con Sos del Rey Católico, en la provincia de Zaragoza; y al sur con Javier y Cáseda.

Otro de los territorios sobre los que se ubica el proyecto es Javier, también de la Comunidad Foral de Navarra, situado en la merindad de Sangüesa. Su término municipal tiene una superficie de 46,7 km<sup>2</sup> y limita al norte con el municipio de Yesa, al oeste con el de Liédena y el río Aragón, al sur con el de Sangüesa y al este con la provincia de Zaragoza en la comunidad autónoma de Aragón.

El último de los municipios sobre el que se ubica el proyecto es Undués de Lerda en la provincia de Zaragoza perteneciente a la comarca de las Cinco Villas. El municipio linda al norte con Sigüés, al este con Urriés, al sur con Sos del Rey Católico, y al oeste con el término navarro de Sangüesa.

Si pones información de superficie del municipio, o de habitantes o de altura a la que está... tienes que hacerlo igual para todos

### 3.1 Rasgos climáticos básicos

El área de estudio cuenta con un clima cálido y templado, que según la clasificación de Köppen se encontraría entre dos tipos de climas: el clima mediterráneo de veranos frescos o Csb y el clima subtropical húmedo o Cfa. El primero de ellos es un clima mediterráneo en cuanto a las precipitaciones, pero con temperaturas más bajas. Se sitúa en la transición entre el Cfb o clima oceánico y Csa, y también en las mismas zonas que el Csa es decir el clima mediterráneo, debido a la altitud. Este tipo de clima se localiza en el entorno de Sangüesa. Por otro lado, el clima subtropical húmedo Clima templado húmedo con veranos cálidos. Se encuentra en el límite del Cfb o Cf2b, cuando la lejanía del mar hace que los veranos sean ya calurosos, localizándolo en los alrededores de Yesa.



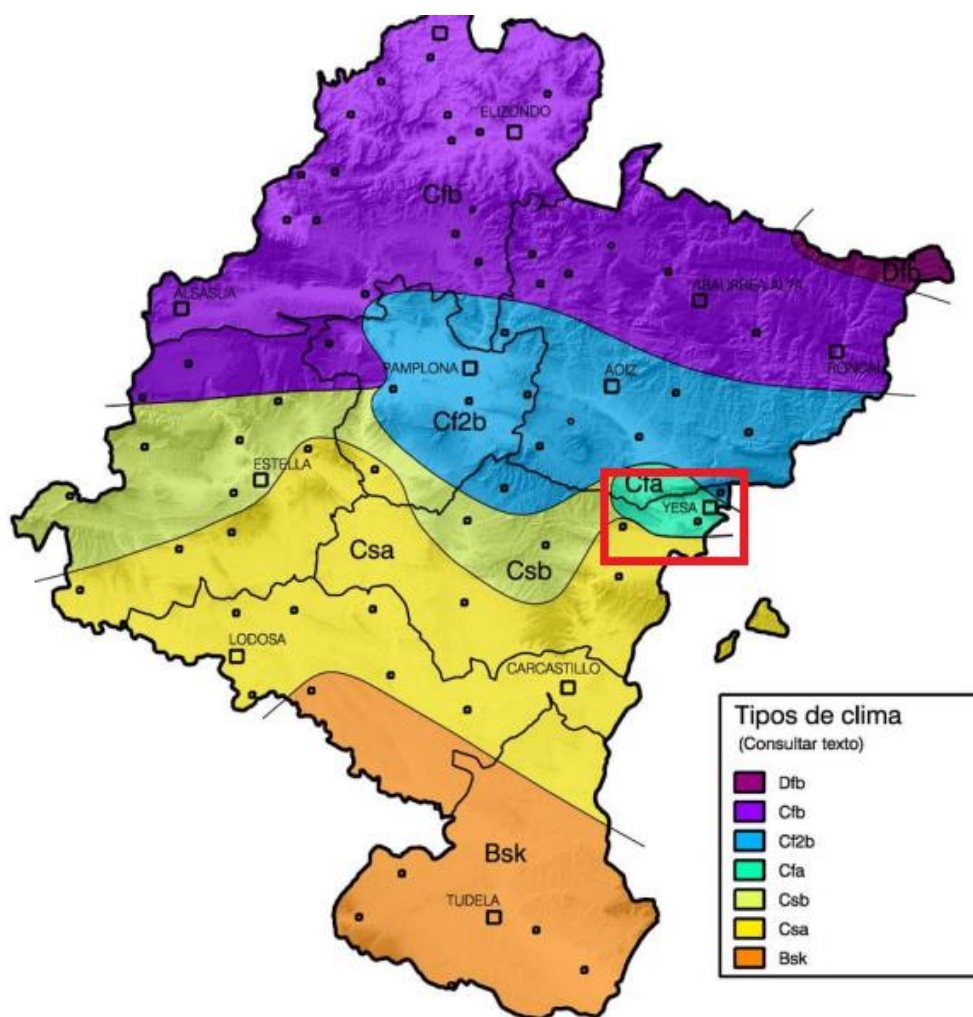


Figura 9. Mapa de los tipos de clima de la zona media. Fuente:meteo.navarra.es

Para el presente trabajo, se han decidido tomar como ejemplo los climogramas de dos municipios, Sangüesa y Undués de Lerda, para caracterizar la precipitación y la temperatura del área de estudio.

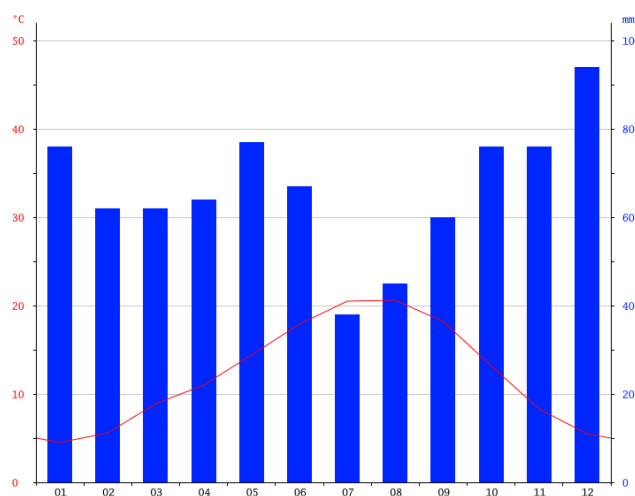


Figura 10. Climograma del municipio de Sangüesa. Fuente: Climatedata.org (2018)

El climograma de la Figura 10 muestra las precipitaciones mensuales y las temperaturas medias mensuales del municipio de Sangüesa en el que se muestran las medias de temperatura y precipitaciones de los últimos 30 años. La temperatura media anual es 12.4 ° C en el municipio mientras que la precipitación es de 797 mm al año.

En cuanto a la precipitación julio es el mes más seco, con 38 mm de lluvia, mientras que, en diciembre, la precipitación alcanza su pico más alto, con un promedio de 94 mm.

En cuanto a la temperatura cabe destacar que agosto es el mes más cálido del año siendo su promedio de temperatura de 20.6 ° C, mientras que con un promedio de 4.5 ° C, enero es el mes más frío del año.

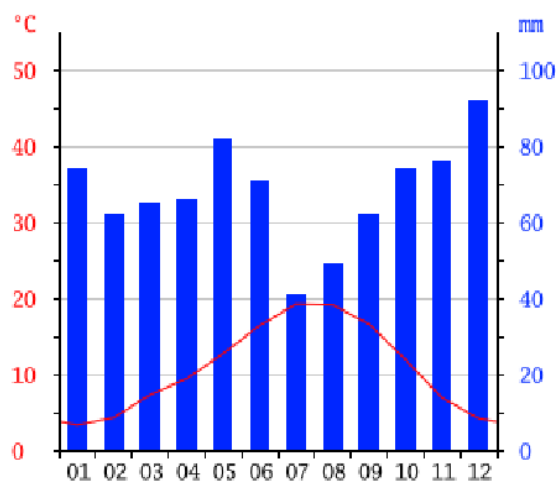


Figura 11 . Climograma del municipio de Undués de Lerda. Fuente: Climatedata.org (2018).

El climograma de la figura 11 muestra las precipitaciones mensuales y temperaturas medias mensuales del municipio de Undués de Lerda, siendo su temperatura media anual de 10.9 ° C y la precipitación anual de 814 mm.

El mes más seco es julio, con 41 mm de lluvia, mientras que en diciembre, la precipitación alcanza su pico más alto, con 92 mm. En cuanto a la temperatura, se aprecia que julio es el mes más cálido del año, 19.2 ° C. Enero es el mes más frío del año con 3.3 ° C de temperatura media.

Viendo los datos climáticos de ambos municipios, se puede observar cómo son dos climas bastante parecidos siendo en este caso algo más húmedo y frío el clima del municipio Aragonés, algo que principalmente se debe a su mayor altitud.

### 3.2 Geología

Este proyecto de mina se localiza en el sector meridional pirenaico, en el sinclinatorio del Guarga, el cual está formado por los sedimentos terciarios de la cuenca Pamplona-Jaca. Esta depresión se extiende desde Jaca hasta Yesa y está recorrida por el río Aragón represado en el embalse de Yesa que inunda 2400 hectáreas de la misma.

Cabe destacar también la presencia de las Sierras exteriores pirenaicas, en este caso la Sierra de Peña, en la parte meridional de la zona de estudio, además de la Sierra de Leyre en la parte mas septentrional.

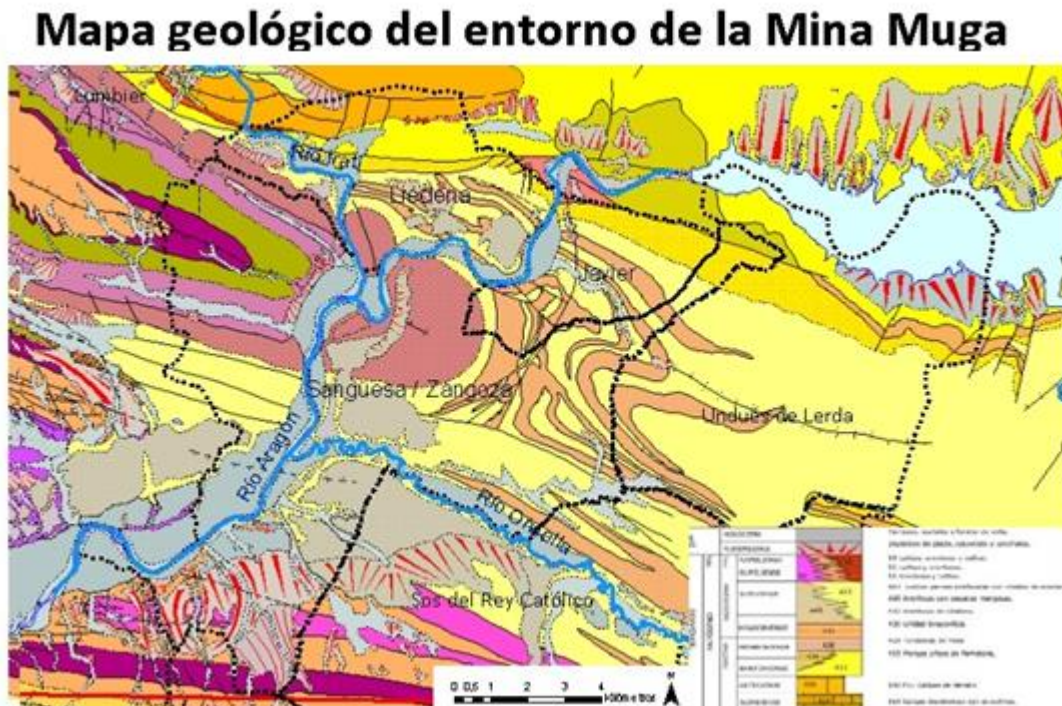


Figura 12. Mapa Geológico del proyecto. Fuente: Elaboración personal a partir del servicio web de Mapas ArcGis.

## Historia Geológica

En el área de estudio se observa una amplia presencia de materiales del oligoceno, debido a que este sector formó parte de una cuenca marina de poca profundidad sobre la que se depositaron grandes cantidades de calizas orgánicas además de otras rocas sedimentarias que durante el Cenozoico son plegadas durante la orogenía alpina debido a la compresión entre placas tectónicas; estos materiales quedan representados en el mapa geologico (figura X) con colores amarillos que ocupan gran parte de la zona de estudio.

De forma simultánea a la orogenia, los ríos terciarios trasladan sedimentos desde los relieves levantados hacia la Depresión del Ebro, rellenando también cuencas intramontañas, como la de Sangüesa-Pamplona.

Durante el Cuaternario el modelado fluvial esculpió el área de estudio siguiendo un criterio litológico –rocas blandas como las margas y las arcillas y duras mecánicamente como las calizas y dolomías, que forman parte tanto de las Sierras Pirenaicas como del relleno sedimentario de la Depresión del Ebro-. Así, los ríos cuaternarios desarrollaron un lento proceso de esculpido relacionado, no sólo con el caudal hidrológico, sino con otros factores como la pendiente, la solubilidad y resistencia mecánica del sustrato, su estilo tectónico o los usos del suelo. En el

mapa (Figura 12) se cartografían las terrazas fluviales de los ríos Onsella y Aragón, mediante colores grises.

### **Geología del entorno de la Mina Muga**

Al norte de la Mina Muga se extiende la Sierra de Leyre, cabalgamiento que discurre en dirección Este-Oeste y que afecta a estratos carbonatados, que buzanan hacia el norte, calizas en este caso del Cretácico superior y del Eoceno.

En el sur se encuentran las sierras exteriores integradas por alternancias de margolutitas y areniscas del Oligoceno y Mioceno, representadas en el mapa (figura 13) con colores morados, con buzamientos en dirección Sur.

El Terciario continental aflora en el área de estudio mediante depósitos de carácter aluvial de inicios del Oligoceno hasta el Mioceno inferior.

En conjunto, la cuenca terciaria se traslada progresivamente hacia el Sur, de modo que las unidades más modernas se desarrollan en una posición más meridional. El análisis de paleocorrientes y distribución de facies pone de manifiesto la procedencia nororiental y septentrional de los sistemas aluviales y el paso hacia el Oeste y Suroeste a ambientes lacustres salinos.

La Fm. Javier, que ocupa el área de estudio, está representada por facies aluviales distales al Este y pasa hacia el Oeste a términos más fangosos y carbonatados. En ella destaca una importante unidad evaporítica.

La estructura general de la cuenca sobre la que se realiza el proyecto lleva un rumbo ONO-ESE y se puede definir como un amplio y abierto sinclinal limitado al norte por una falla longitudinal, con fuerte buzamiento al norte y por un anticlinal por el sur, conocido como anticlinal de La Magdalena. Este anticlinal está a su vez limitado al sur mediante otra falla longitudinal que presenta un trazo arqueado, de forma que gira de ONO-ESE en el extremo oriental a NO-SE en el occidental, condicionando el cierre del anticlinal. La estructura queda abierta hacia el NO por el sector de Vipasca, mientras que por el este se limita por un corredor que tiene una dirección NE-SO. Este corredor de fallas ha ido hundiendo el bloque oriental (de Pintanos), respecto al occidental (de Undués).

### **3.3 Geomorfología**

Desde un punto de vista fisiográfico y morfoestructural, el área de estudio situada en la Zona Surpirenaica en contacto con la cuenca del Ebro, con un relieve variado que a grandes rasgos se podría dividir en varias unidades geomorfológicas que quedaran representadas en el mapa inferior (Figura 14).



**Mapa de unidades geomorfológicas del entorno de la Mina Muga**



**Figura 13. Mapa geomorfológico del entorno de la mina Muga. Fuente: Elaboración personal.**

En primer lugar los **relieves montañosos** situados en las partes norte y sur de la zona de estudio y que a su vez quedan divididos en dos unidades: La Sierra de Leyre y Las sierras exteriores.

En el límite norte destaca la Sierra de Leyre compuesta por paquetes de estratos calcáreos, deformados en pliegues, que representan el frente de los mantos de corrimiento que caracterizan el dispositivo alóctono pirenaico. Como ejemplo de ellos se cita en el área de trabajo el anticlinal de la Foz de Lumbier.

En el sector meridional se pueden encontrar las elevaciones de la Sierra de San Pedro con cotas próximas a los 900 m en el paraje de los Colmos. En este sector meridional el relieve es accidentado y está muy incidido por una red fluvial de gran densidad, además destaca una importante presencia de fondos de valle y de barrancos. Estas formas de relieve están comprendidas por Lutitas, cantos, gravas y arenas debido a su modelado fluvial

El siguiente grupo de unidades geomorfológicas es el formado por los relieves de modelado hídrico que en este caso serían los los ríos Aragón, Onsella y Irati.

Se reconocen diferentes niveles de terrazas en los distintos ríos de la zona, aunque en el río Onsella alcanzan un menor desarrollo. Se han distinguido hasta cinco niveles con cotas que van desde + 3 - 10 m a + 70 - 80 m con otros intermedios a +15 - 20 m +25 - 35 m y + 45 - 55 m. Casi todos ellos tienen una gran continuidad a excepción del segundo, es decir del que está a + 15 - 20 m, que sólo aparece de forma esporádica. Litológicamente están compuestos por cantos,

gravas y arenas con lutitas de naturaleza variable y con algunas diferencias entre unos cursos y otros según la procedencia de los mismos. La morfología que ofrecen es, en general, la de terrazas colgadas, salvo para el nivel inferior que se presenta como terraza encajada o solapada. Todos los niveles presentan un escarpe neto hacia el valle. Encajado en la primera terraza aparecen una serie de barras laterales y centrales que constituyen el cauce activo con modificaciones constantes de su morfología.

Los fondos de valle son las formas fluviales más frecuentes y se presentan en planta con morfologías alargadas y estrechas y con direcciones preferentes según las estructuras y la fracturación. La anchura de los mismos es muy variable oscilando entre 50 y 300 m.

Otra de las formas hídricas destacables son los glacia, que presentan gran extensión, destacando los que se hallan en la zona de la Sierra de Peña y aquellos que podemos encontrar en la parte noroeste de la zona de estudio.

Estos glacia están en su totalidad formados por acumulación y se originan como respuesta a condiciones topográficas contrastadas. Constituyen las formas de enlace entre las grandes divisorias y los valles. Por lo tanto, podemos aventurar que estas formas del relieve corresponden más bien a abanicos aluviales, muy extensos formados al pie de las zonas elevadas y originadas por esorrentía superficial que tienen su nivel de base en los principales ríos, por lo que enlazan perfectamente con algunos niveles de terrazas. Su morfología actual es alargada u ovalada con bordes lobulados y escarpes hacia los valles.

Otro conjunto de relieves es el que se desarrolla sobre el sinclinal de la cuenca sobre la que se realiza el proyecto, que lleva un rumbo ONO-ESE limitado al norte por una falla longitudinal, con fuerte buzamiento al norte y por un anticlinal por el sur, conocido como anticlinal de La Magdalena. En él se presentan relieves principalmente llanos. La Litología está compuesta principalmente por areniscas de Liedena que al ser blandas generan estos relieves llanos.

Los relieves sobre el anticlinal de La Magdalena se muestran en pendientes importantes sobre materiales de areniscas.

Por último, la gran mayoría del territorio se encuentra compuesto por relieves alomados sobre materiales terciarios en los que encontramos amplias zonas de cultivos.

### 3.4 Vegetación y usos de suelo

La zona de estudio, ya se ha comentado, es un territorio de transición entre el clima mediterráneo y el oceánico; es por ello que se encuentra una gran variedad de vegetación.

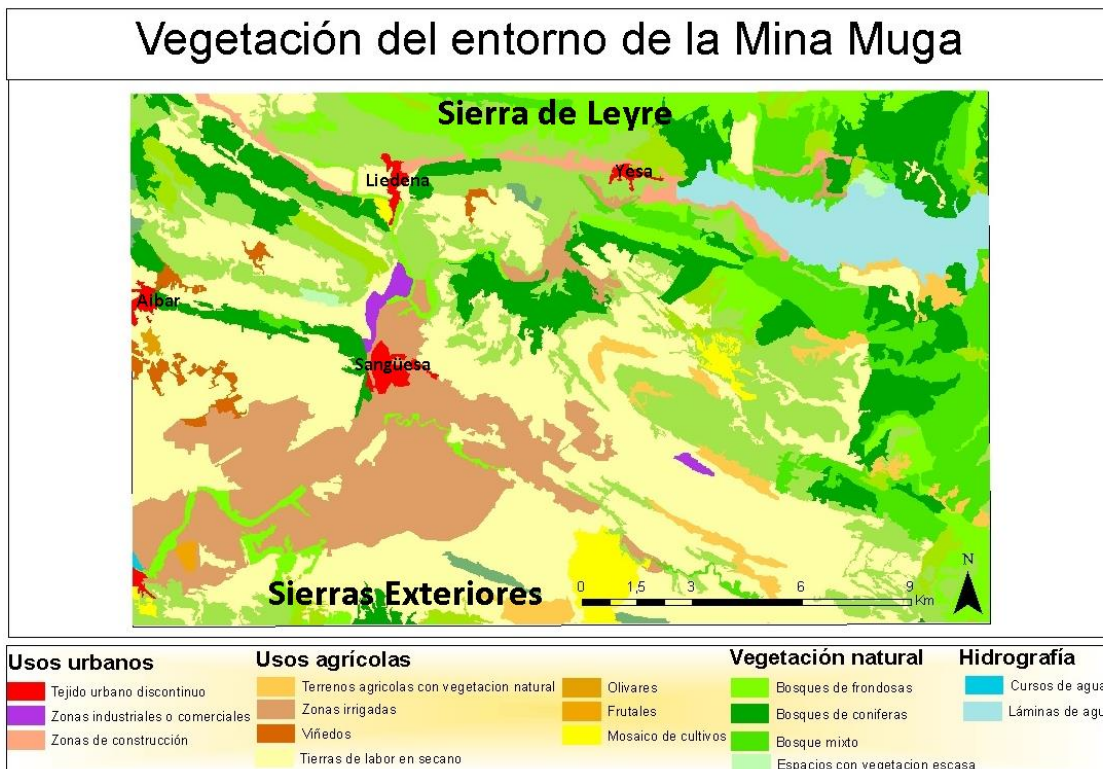


Figura 14. Mapa de la ocupación del suelo del entorno de la mina Muga. Fuente: Elaboración personal a partir de Corine Land Cover (2012)

### Usos urbanos

En cuanto a los usos urbanos destacan las zonas de tejido urbano discontinuo compuestas en este caso por los municipios de Aibar, Sangüesa, Javier, Yesa y Undués. Entre ellos destaca por extensión el que ocupa Sangüesa.

En cuanto a las zonas industriales únicamente hay dos de ellas y son las ocupadas por el polígono de Sangüesa y la piscifactoría de Yesa entre las que de nuevo destaca el polígono de Sangüesa, siendo además la zona sobre la que se localizaran las oficinas de la empresa de la Mina Muga.

Por último, se pueden encontrar también distintas zonas de obras que en este caso son las ocupadas en la construcción de la autovía Pamplona-Jaca.

### Vegetación

Ocupa la zona norte y este del área de estudio y una pequeña parte de la zona sur, siendo que coincide con territorios montañosos o de relieves con pendiente acusada.

En primer lugar, en el mapa (figura 14) resalta la presencia de bosques de frondosas en la Sierra de Leyre, donde se encuentran diversos hayedos, al igual que carrascales y encinares en el talud de solana. Del mismo modo se observa cómo la vegetación en pequeñas partes de la sierra ha sido sustituida por bosques de coníferas, concretamente por bosques de repoblación de pino albar.

En cuanto a la vegetación presente en el sur o en este caso la Sierra de Peña, encontramos bosques de repoblación de pinos y algunos sectores con escasa vegetación.

En el fondo del valle, los sotos de los ríos constituyen muchas veces los únicos reductos de vegetación natural fuera de las zonas montañosas, lugar de refugio y cría de la fauna, con una diversidad biológica inusual en un paisaje tan cultivado. En función de la cercanía del agua, aparece una vegetación característica. Así en las aguas poco profundas de los barrancos y orillas del río encontramos carrizos y aneas. Los juncos son los siguientes en la escala, donde la profundidad es mínima o nula. Mimbreras, sauces y alisos se instalan en la misma orilla necesitando inundaciones periódicas. Las choperas y alamedas forman los verdaderos sotos a pesar de encontrar otras especies como el boj, frutales silvestres, arces, fresnos, etc. La olmeda es la franja más exterior del soto y limita con la vegetación mediterránea característica del entorno.

Cabe destacar también la importante presencia de matorrales mediterráneos como el tomillar y el romeral en zonas de la Sierra de Leyre y en el anticlinal de la Magdalena.

### **Vegetación de cultivos**

Los cultivos ocupan la parte central del área de estudio entre los que destacan claramente las zonas de secano y las zonas regadas, que como se localizan sobre los materiales terciarios de los relieves alomados anteriormente citados. En el caso de las zonas irrigadas aprovechan la gran cantidad de agua de la que disponen debido a la presencia de los ríos Aragón y Onsella.

Por otro lado, encontramos una sucesión de cultivos de olivo, viña y frutales que se suceden coincidiendo con zonas de glaciares en el caso sobretodo de las viñas.

### **Masas de agua**

Destacan en primer lugar los lechos de los 3 ríos que se localizan en la zona de estudio. Por otro lado, se aprecia la presencia de una gran lámina de agua que corresponde al embalse de Yesa.

El río Aragón ocupa una cuenca de 8.254 km<sup>2</sup> y presenta un régimen pluvio-nival. Al entrar en Navarra (aforo de Yesa) tiene un caudal de 1.217,4 Hm<sup>3</sup> anuales, pero después de recibir a la red del Irati, Onsella, etc. llega a Caparrosa con una aportación media anual de 2.284,5 Hm<sup>3</sup>.

El río Onsella, como se ha citado, es un afluente del río Aragón que desemboca en Sangüesa. El régimen hidrológico del río Onsella es de tipo pluvial, siendo un río con un caudal muy irregular. Presenta sus máximos caudales en primavera y los mínimos en el verano. El caudal es de aproximadamente 63 hectómetros cúbicos anuales, y su cuenca ocupa una superficie de 279 Km<sup>2</sup>.

El río Irati desemboca de igual modo en el río Aragón, tiene una longitud de 88 km desde la cabecera del Urbeltza y drena una superficie de 1.620 km<sup>2</sup>. Tiene un régimen Pluvio-nival y presenta un periodo de altas aguas de noviembre a abril debido a la precipitación invernal y a la fusión nival en primavera. Durante este periodo aporta el 74% de sus aguas, con un máximo en diciembre (48 Hm<sup>3</sup>) y un mínimo en septiembre (9 Hm<sup>3</sup>). En Liédena, después de recibir a sus grandes afluentes pirenaicos, aporta 1.232 m<sup>3</sup>.

El río Aragón en el pantano de Yesa, donde el período de aguas altas comprende noviembre a junio, destaca un máximo primario en marzo (173 Hm<sup>3</sup>) correspondiente a la fusión nival que se prolonga hasta junio, y otro máximo secundario en diciembre debido a la precipitación invernal.



El pantano se corresponde con un régimen pluvio-nival, durante el verano reduce sensiblemente sus caudales (40 Hm<sup>3</sup> en agosto) hasta coeficientes de sólo 0,22 y 0,27.

### 3.5 Fauna

Las condiciones del medio acuático son las determinantes de la fauna piscícola que allí se encuentra. Así, las aguas frías son el medio ideal para la trucha y la chipa y en aguas más cálidas, el barbo, madrilla y carpa.

La estratégica situación de Sangüesa, con la sierra de Leire al norte y la de Peña al sur, hace de la zona un lugar ideal para observar aves. Desde el quebrantahuesos, hasta el alcaraván o el sisón pasando por las acuáticas, que hacen una parada en el río o en Yesa en su viaje migratorio. Además de estos destacan Los buitres leonados, el águila real o la culebrera. Hay otras aves como las garzas que aun no criándose en la zona de estudio pasan el invierno en ella el invierno. Otras como la cigüeña, el milano negro o el cuco están estacionalmente en verano.

De todos los animales son los mamíferos los más difíciles de observar debido, fundamentalmente, a su actividad nocturna y su carácter esquivo. El jabalí, el corzo, el zorro, el conejo o la liebre, el tejón, comadreja, gineta... son los mamíferos que principalmente podemos encontrar en la zona de estudio

### 3.6 Espacios protegidos

#### LIC y ZEPA en el entorno de la Mina Muga

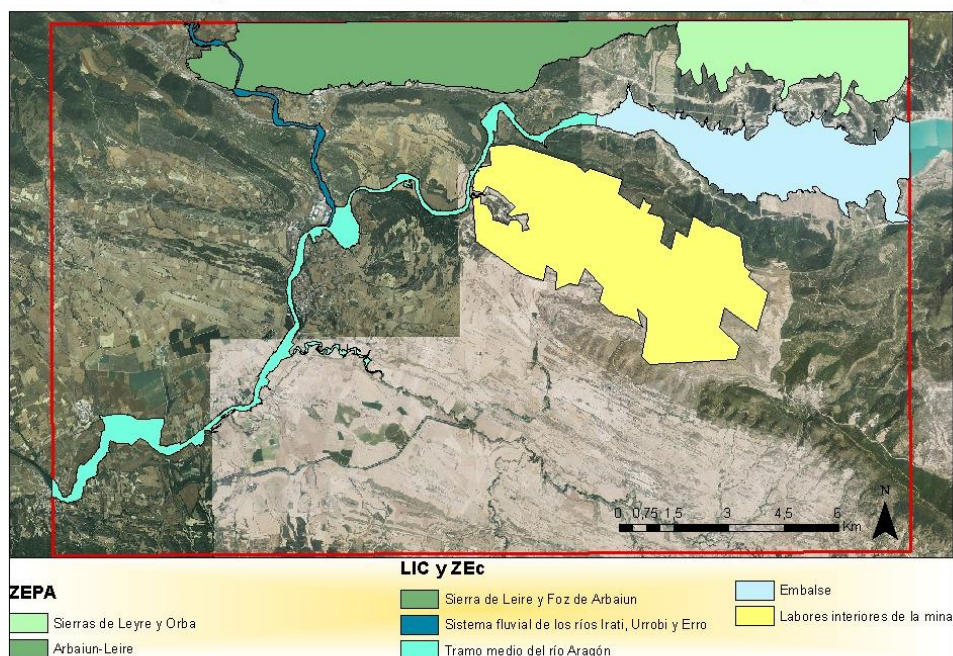


Figura 16. Mapa de LIC y ZEPA en el entorno de la Mina Muga. Fuente: Elaboración personal.

En primer lugar, dentro de la zona de estudio no se encuentran humedales incluidos en el Convenio de Ramsar.

En cuanto a las zonas de LIC's y ZEPA's observamos que la zona de labores internas de la mina se encuentra cercana a varios de ellos:

La ZEC ES0000125 "Sierra de Leire y Foz de Arbaiun" y la ZEPA ES0000482 "Arbaiun-Leire" albergan hábitats naturales, flora y fauna silvestre representativos de la diversidad biológica de Navarra, que en algunos casos se encuentran amenazados de desaparición en su área de distribución natural o presentan una superficie de distribución natural reducida, bien debido a su regresión o bien debido a su área intrínsecamente restringida. Además, algunos de estos hábitats naturales o especies están incluidos en la Directiva 92/43/CEE o en la Directiva 79/409/CEE, lo que le confiere a esta ZEC un importante valor no sólo en el ámbito de la Comunidad Foral sino también en el de la Unión Europea.

El LIC de los "Sistemas fluviales de los ríos Irati, Urrobi y Erro", está incluido en la Red Natura 2000. Esta propuesta de inclusión fue aprobada por la Comisión Europea mediante Decisión de la Comisión de 22 de diciembre de 2003, por la que se adopta, en aplicación de la Directiva 92/43/CEE del Consejo, la lista de Lugares de Importancia Comunitaria de la región biogeográfica alpina, y mediante Decisión de la Comisión de 19 de julio de 2006, por la que se adopta, en aplicación de la misma directiva, la lista de Lugares de Importancia Comunitaria de la región biogeográfica mediterránea.

La ZEPA de Sierra de Leyre y Orba ocupa la parte norte del ámbito de estudio. Entre los tipos de aves más interesantes de estas sierras se encuentran las aves rupícolas: Buitre leonado (*Gyps fulvus*), Quebrantahuesos (*Gypaetus barbatus*), Chova piquirroja (*Pyrrhocorax pyrrhocorax*) o Alimoche, (*Neophron percnopterus*). Para éstas, los hábitats más importantes son obviamente los acantilados, los cuales abundan en la Foz de Sigüés. Sin embargo, gran parte de esta Foz, por debajo aproximadamente de la cota 600, ha quedado fuera de los límites de la citada ZEPA.

El LIC del tramo medio del Río Aragón comprende el curso fluvial desde las proximidades del embalse de Yesa hasta los angostos por los que discurre el río Aragón entre las sierras de Gallipienzo y de San Pedro. Es un área con una singular diversidad ambiental. La vegetación de ribera está bien conservada, aunque forma una franja estrecha como consecuencia de la ocupación por los cultivos de las olmedas originales. En esta zona las oscilaciones del nivel de las aguas están fuertemente condicionadas por los fenómenos de deshielo en las cumbres pirenaicas, lo que se refleja en la buena representación que todavía alcanzan las saucedas arbustivas pirenaicas (*Salicetum lambertiano-angustifoliae*), a las que acompañan saucedas arbóreas de *Salix alba* y choperas (*Populus...*), ya de carácter mediterráneo, en las que también participan alisos (*Alnus glutinosa*), que se hacen abundantes en algunas zonas del río Aragón.

En relación con lo expuesto, existen diversos Planes de Recuperación de Especies en esta zona de estudio:

- Ámbito de protección del quebrantahuesos (*Gypaetus barbatus*), según lo dispuesto en el Decreto 45/2003, de 25 de febrero, del Gobierno de Aragón, por el que se establece un régimen de protección para el quebrantahuesos y se aprueba el Plan de Recuperación.

Las instalaciones de superficie de la mina se ubicarán lejos de las zonas de roquedo, zonas propias de nidificación de este tipo de rapaces. Las zonas más próximas con estas características se ubican fuera del área de estudio y al norte de la misma (Sierra de Leyre y Orba y Foz de Arbaiún)

- Ámbito de protección del cangrejo de río común (*Austropotamobius pallipes*) según lo dispuesto en el Plan de Recuperación del cangrejo de río autóctono en Navarra (Decreto Foral 143/1996) y Plan de Recuperación del cangrejo de río común en Aragón (Decreto 127/2006 y Orden de 10 de septiembre de 2009 por el que se modifica el ámbito de aplicación).

### 3.7 Dominios pecuarios

En cuanto al dominio pecuario, se aprecia que la línea eléctrica cruza de forma subterránea la Cañada Real de los Roncaleses (Ley Foral 19/1997, de 15 de diciembre, de vías pecuarias de Navarra).

#### Vias pecuarias del entorno de la Mina Muga

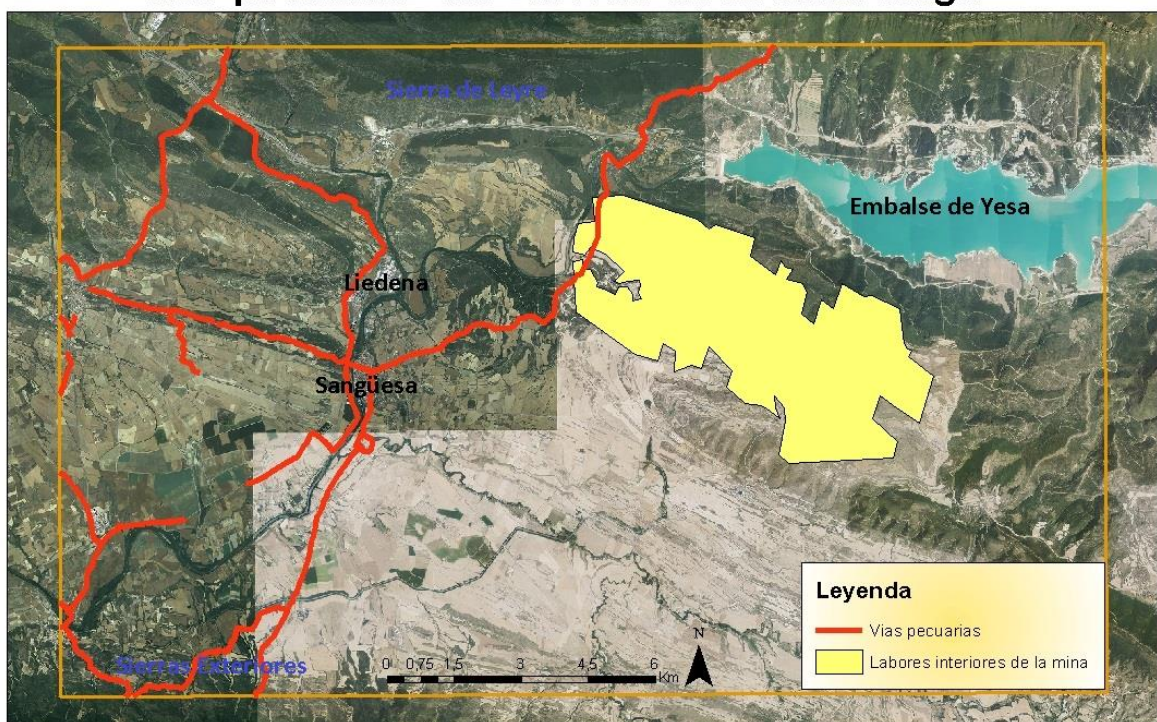


Figura 17. Mapa de vías pecuarias en el entorno de la Mina Muga. Fuente: Elaboración personal.

### 3.7 Dominio forestal

En el ámbito forestal, el Proyecto no afecta a Montes de utilidad pública según el Catálogo de Montes de Titularidad Pública de Navarra y Aragón.



## Montes de utilidad pública en el entorno de la Mina Muga

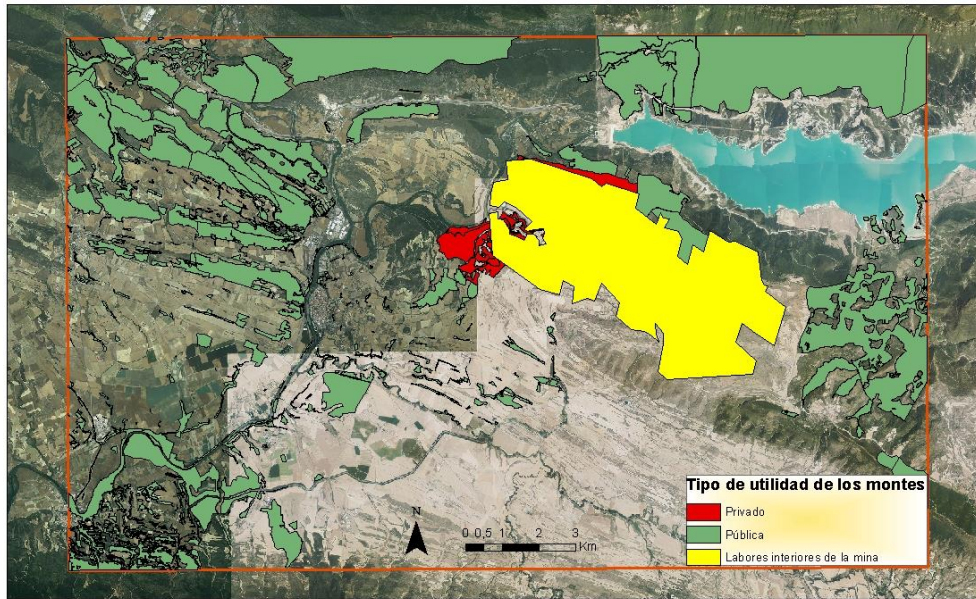


Figura 18. Mapa de los montes de utilidad pública del entorno de la Mina Muga. Fuente: Elaboración personal

### 3.8 Tipos de paisaje

La cartografía de las Unidades Geosistémicas o Tipos de Paisaje tiene como objetivo delimitar áreas o unidades homogéneas en lo que respecta a los componentes principales del paisaje (relieve, vegetación, usos del suelo...) a una escala determinada.

Los criterios para diferenciar los tipos de paisajes del área de estudio pueden aplicarse en diferentes lugares, lo que permite analizar y comparar los tipos paisajísticos en espacios diferentes. Además, los tipos de paisaje son idóneos para realizar posteriormente los diagnósticos de calidad intrínseca del paisaje y resultan fundamentales en la gestión y ordenación del territorio. Estas unidades son total-mente complementarias con las unidades visuales del paisaje, por lo que no deben de confundirse entre sí.

Para su delimitación, es fundamental contar con información de partida de calidad, por lo que se ha necesitado de diversas cartografías que han sido utilizadas en las diferentes fases del proceso de realización. En primer lugar, es necesario contrastar la información proporcionada por el SIOSE 2011 (Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España) y el Corine Land Cover 2012 para la vegetación y los usos del suelo y del Mapa Geológico Nacional para la geología. Tras realizar una síntesis de dicha información donde se lleva a cabo una delimitación sucesiva y jerarquizada mediante fotointerpretación de los diferentes tipos, con límites de elementos seleccionados gracias a la búsqueda de rasgos homogéneos, que reconozcan un tipo de paisaje de otro. Toda esta labor ha sido apoyada por el MDT (Modelo Digital del Terreno) y por la ortofoto correspondiente para, finalmente, realizar una primera cartografía de las unidades geosistémicas del paisaje la cual fue modificada en varias ocasiones tras diferentes salidas de campo, lo que dio como resultado la cartografía final.

## Unidades de paisaje del entorno de la Mina Muga

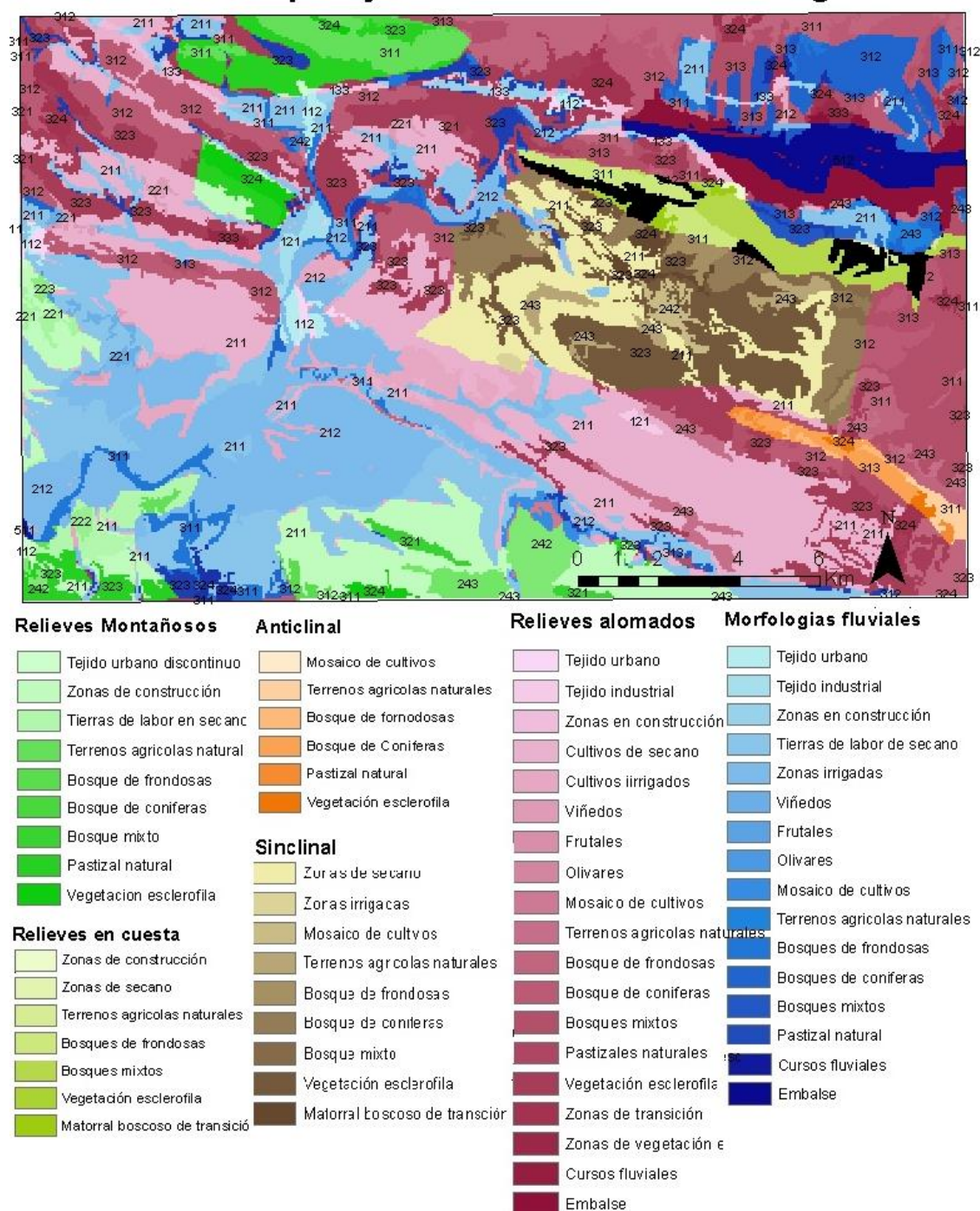


Figura 19. Mapa de las unidades de paisaje del entorno de la mina muga. Fuente: Elaboración personal

Debido a la difícil lectura del mapa se ha decidido dar números a las capas siguiendo la numeración del Corine Land Cover que aparece representada en la siguiente tabla.

Numeración	Cobertura
112	Tejido urbano discontinuo
121	Zonas industriales
123	Zonas en construcción
211	Tierras de secano
212	Zonas irrigadas
221	Viñedos
222	Frutales
223	Olivares
242	Mosaico de cultivos
243	Terrenos agrícolas
311	Bosque de frondosas
312	Bosque de coníferas
313	Bosque mixto
321	Pastizal natural
323	Vegetación esclerofila
324	Matorral boscoso transición
333	Zonas con vegetación escasa
511	Curso de agua
512	Embalse

Figura 20. Tabla que CLC. Fuente: Elaboración personal.

El paisaje se compone principalmente de amplios espacios con extensas zonas de cultivos y monte con masas de pinares de repoblación y otras zonas de arbustos, herbáceas y matorral mediterráneo, todo ello surcado por una densa red de drenaje.

Es característica la presencia de parcelas agrícolas con pequeñas zonas de vegetación en su interior o intercaladas, con formaciones de matorral y resquicios de bosquetes de coscojas o encinas aisladas. El área de estudio se localiza en la margen derecha del río Onsella, junto al Canal de Bardenas y entre varias líneas de drenaje innominadas.

El área de interés ocupa una superficie aproximada de 150 ha y se situará en zonas ocupadas por cultivos agrícolas de cereal de secano en su mayor parte y vid en una pequeña superficie, además de áreas con matorral y pinar de repoblación.

En cuanto al área sobre el que se ubica el proyecto, es una zona con un grado alto de antropización por la presencia, tanto en la zona de interés como en todo su entorno, de parcelas destinadas al aprovechamiento agrícola, así como la presencia del Canal de las Bardenas y su infraestructura anexa.

El entorno de la zona de estudio se caracteriza por la presencia de campos de cultivo de cereal de secano con pequeñas lomas de margas grises en las márgenes o en su interior, con matorral, y mayores relieves también de margas grises con las laderas de matorral, arbustos y pinos de repoblación en zonas alejadas. También se observan corrales abandonados, alguna nave agrícola, líneas eléctricas y el Canal de las Bardenas como principales elementos antrópicos, y como fondo escénico los montes de Sos del Rey Católico y su parque eólico al sur y la sierra de Leyre al norte. Se localiza en un paraje alejado de las vías de comunicación principales y de los



núcleos de población, aunque no tanto de las carreteras locales. La orografía del terreno reduce al mínimo el número potencial de observadores, quedando limitado a los agricultores que laborean en terrenos próximos, a los peregrinos del Camino de Santiago y a muy reducidos y alejados puntos de las carreteras locales.

### 3.8.1 Calidad del paisaje

La calidad de paisaje se define como el mérito o valor que presenta dicho paisaje para ser conservado. Todos los territorios presentan una serie de cualidades intrínsecas en sus elementos naturales o artificiales, las cuales son percibidas de diferentes formas por las personas. La manera que los observadores perciben estas cualidades varía considerablemente, por lo que el estudio de calidad paisajística presenta dos vertientes de valoración complementarias entre sí:

- Métodos indirectos: la valoración del paisaje se realiza de forma objetiva a partir de criterios técnicos, teniendo en cuenta factores físicos, bióticos y antrópicos.
- Métodos directos: la valoración del paisaje se realiza mediante el análisis de los resultados de encuestas a la población, las cuales dan a conocer las preferencias paisajísticas personales a partir de la contemplación directa del territorio.

Para este caso en concreto, la valoración de la calidad del paisaje se ha realizado fundamentalmente mediante un modelo basado en métodos indirectos, apoyado por una encuesta a la población que servirá de complemento al modelo principal, la cual se expondrá en el apartado de valoración social.

En primer lugar, se realizó un estudio de **la calidad intrínseca de las unidades visuales del paisaje** a partir de la evaluación de los factores geomorfológicos y de vegetación y usos del suelo. (Ponderación de la calidad intrínseca: 0,4.)

Para la **componente geomorfológica** se tuvieron en cuenta la energía de relieve, la diversidad y atractivo y la singularidad. Ponderación: 0,4.

- Energía de relieve: valor de las formas geomorfológicas según diferencias altitudinales y pendientes.
- Diversidad y atractivo: valor de las formas de relieve integradas en el conjunto del dominio de paisaje.
- Singularidad: valor de lo excepcional del territorio en relación al entorno del mismo.

Por otro lado, para la **componente de vegetación y usos del suelo**, se valoraron la textura y el cromatismo, además de otros aspectos complementarios (olor, singularidad y poder evocador). Ponderación: 0,6.

- Textura: valor de la superficie externa de los objetos y la sensación que evoca su observación (diferencias entre sombra y luz, granulometría, estructura...

- Cromatismo: atractivo de los colores dominantes, diversidad y sombras.

Después, se pasó a valorar la **calidad interna de las unidades visuales de paisaje**. (Ponderación: 0,3.) Para el cálculo de la calidad interna se tuvieron en cuenta dos variables:

- Diversidad: se valora la cantidad de elementos con valor visual en la unidad que le otorgan mayor variedad de colores, texturas y formas. Ponderación: 0,5.
- Composición: se valora la distribución de los elementos con valor visual en la propia unidad. Ponderación: 0,5.

Posteriormente se calculó la **calidad visual adquirida de un lugar** (pixel). Hace referencia a los puntos que se pueden observar desde ese lugar, que le dan personalidad y le confieren valor. (Ponderación: 0,3). Este cálculo se realizó a partir de 3 parámetros:

- Fondo escénico: se valoró el entorno visual de cada unidad de paisaje. Ponderación: 0,2.
- Elementos de interés paisajístico: se utilizó la capa generada anteriormente de visibilidad de los elementos de interés. Ponderación: 0,4.
- Impactos negativos: se utilizó la capa generada anteriormente de visibilidad de los impactos negativos. Este valor se resta a los anteriores. Ponderación: 0,4.

Finalmente se realiza la siguiente ecuación: **Geomorfología y vegetación X 0,4 + calidad interna de las unidades visuales de paisaje X 0,3 + calidad visual adquirida de un lugar X 0,3.**

## Calidad del paisaje del entorno de la mina muga

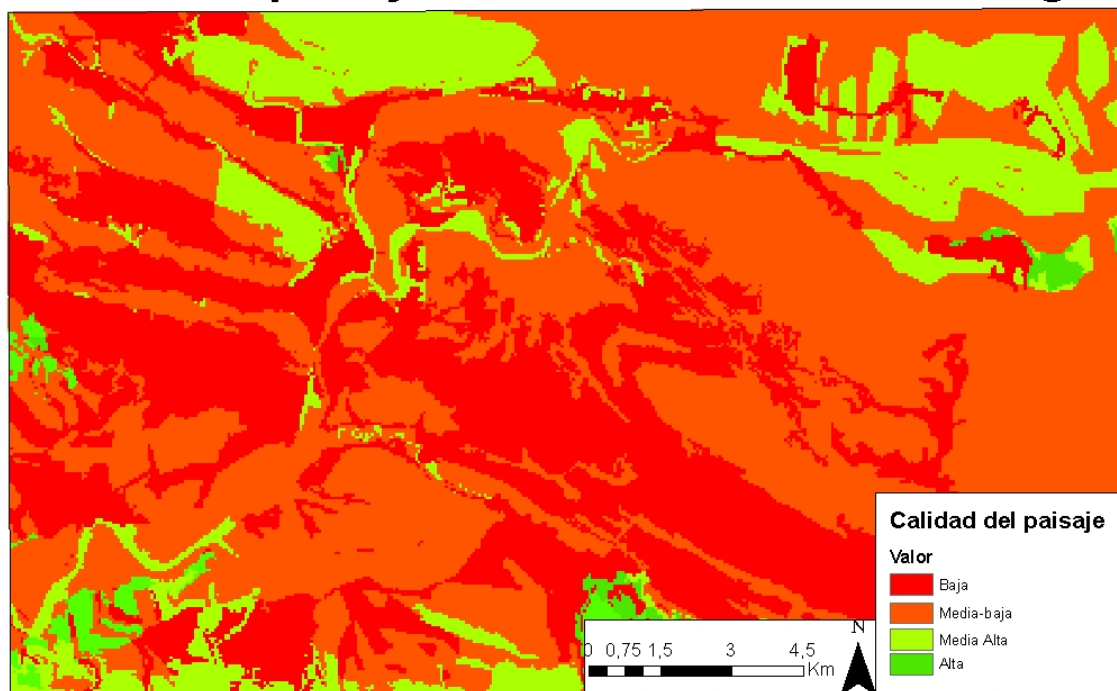


Figura 21. Mapa de Calidad de paisaje. Fuente: Elaboración propia.



Como se aprecia en el mapa la calidad visual de la zona de estudio en su mayoría es de una calidad media baja, por lo que hace presuponer es que la creación de una mina no supondría grandes cambios en la calidad visual del paisaje.

### 3.9 Aspectos socioeconómicos

Los pueblos sobre los que se situará la mina, son: Undués de Lerda, Urriés, Sos del Rey Católico, Navardún, los Pintanos, Rocaforte, Liedena, Sangüesa y Javier, repartidos entre las comunidades autónomas de Navarra y Aragón.

Las dos siguientes tablas muestran los datos de ocupación por sectores y la población por sectores de edad:

Municipio	Población	Total población activa	Total Paro	Agricultura	Industria	Construcción	Servicios	No consta
Javier	110	31,9	0	6	2	0	17	3
Liédena	292	51,96	7,01	5	34	7	56	3
Sangüesa	4.962	54,54	7,07	87	722	80	1.098	14
Yesa	292	51,61	8,28	4	23	5	67	2
Sos del Rey Católico	590	34,2	6,38	12	44	12	72	2
Undués de Lerda	50	24	11,49	3	2	3	3	1
Urriés	39	25,65	0	1	4	0	4	1
Navardún	38	18,43	0	0	3	1	3	0
Pintanos, Los	37	13,51	13,4	1	2	0	0	1

Figura 22. Tabla de población de los municipios del entorno de la Mina Muga. Fuente: Elaboración personal

Literal de municipio	Población	Población infantil 0-16	Población Joven 16-29	Población adulta 29-65	Población anciana +65
Javier	110	44	3	40	23
Liédena	292	32	36	133	91
Sangüesa	4.962	700	753	2387	1122
Yesa	292	25	30	155	82
Sos del Rey Católico	590	50	69	269	202
Undués de Lerda	50	5	9	23	13
Urriés	39	0	0	14	25
Navardún	38	0	1	19	18
Pintanos, Los	37	0	0	10	27

La población mayor es Sangüesa, contando a finales de 2019 contaba con una población de 4962 habitantes. Es en esta ciudad donde se situará precisamente el centro logístico de la empresa, mientras que la zona de extracción se localizará entre Javier y Undués de Lerda, tal y como como bien se ha señalado anteriormente.

**No es un territorio socialmente homogéneo.** La mayor industrialización de la Comarca navarra de Sangüesa ha llevado a un mayor desarrollo en términos de infraestructuras, dotaciones y renta que en la aragonesa de las Cinco Villas, que presenta una actividad económica más tradicional, basada fundamentalmente en la agricultura y ganadería. También, el hecho de que Cinco Villas se encuentre alejada de su capital autonómica, Zaragoza, le ha hecho perder más oportunidades y frenar su desarrollo.

La crisis económica ha tenido un fuerte impacto en la zona. Las **tasas de desempleo** que sufren tanto la Comarca de Sangüesa y en mayor medida la de Cinco Villas, han aumentado significativamente durante la crisis, teniendo una importante mejoría durante los últimos años. Podemos afirmar, que nos encontramos ante un territorio que necesita de incentivos de inversión y de empleo. Siendo más acuciante esta necesidad, en la parte aragonesa. Es significativo, como la prioridad es la creación de empresas y generación de empleo.

Otro de los factores que envuelven la realidad social de la zona es, el importante **envejecimiento de la población**. Quizás éste se presente como el factor social de mayor debilidad. El envejecimiento poblacional, que conlleva una falta de relevo generacional, supone un problema para el desarrollo de la zona.

Este relevo generacional, precisa de personas que se asienten en dicho territorio, a pesar de que el efecto migratorio ha sido menor que en otras zonas. Este envejecimiento viene unido a la escasa densidad poblacional de la zona. Se aprecia un riesgo de desplazamiento de personas a las capitales de Navarra y Zaragoza. Un desplazamiento no deseado por ellos, pero que la falta de oportunidades de empleo y de servicios, los lleva a iniciar. De este modo, inversiones en telecomunicaciones, ocio, y sobre todo de empleo y formación se hace necesarias para que vivir allí sea deseable.

**La formación como recurso de adaptación y de empleabilidad** es otra de las necesidades. Las actividades económicas están muy centradas en servicios y agricultura-ganadería. Sin embargo, se hace preciso tener una población activa formada para nuevos retos empresariales. De tal modo que se aproveche a las personas activas de la zona para nuevos trabajos.

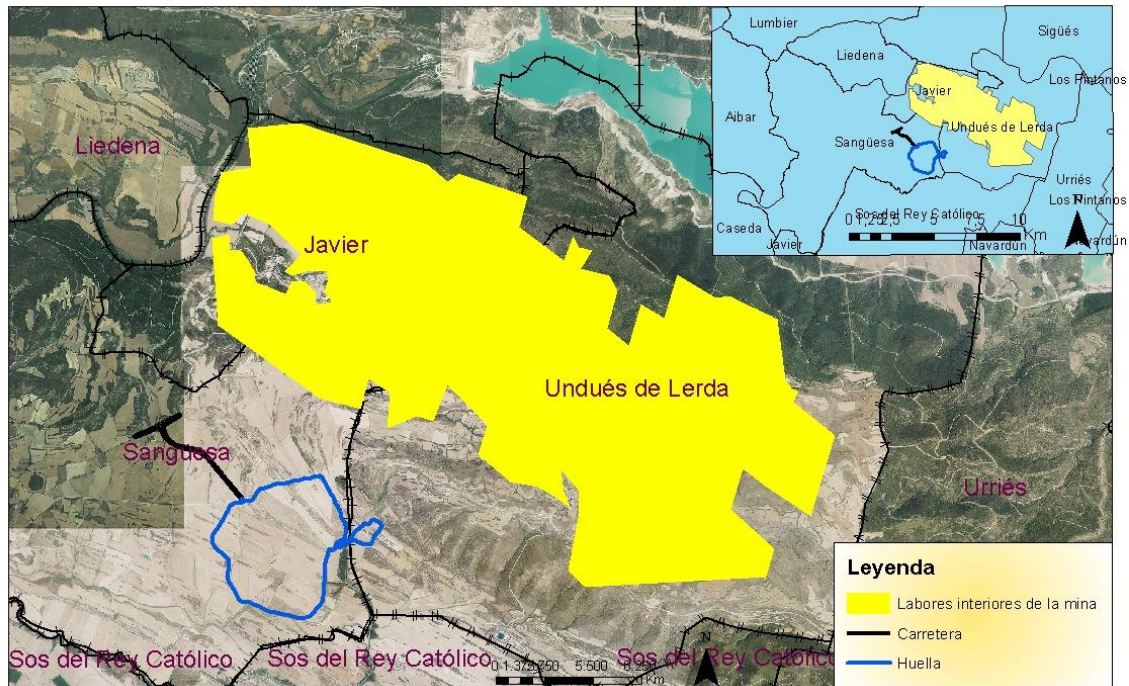
Por otro lado, hay que invertir en comunicaciones internas, que permitan la interconexión entre los municipios de la zona. En este sentido, es necesaria una mejora de las tecnologías de la comunicación. Uno de los potenciales que identifican los diagnósticos es el patrimonio cultural y de naturaleza como potencial ligado al turismo. Algo a tener en cuenta en la sostenibilidad de los proyectos empresariales que se desarrollen.

## 4. LEGISLACIÓN DEL PROYECTO

Antes de pasar a la legislación, es conveniente recordar la localización de la Mina Muga y sus instalaciones, así como los municipios afectados.

El proyecto se localiza al sur del embalse de Yesa entre las comunidades de Navarra y Aragón.

### Localización del proyecto Mina Muga



Puesto que el proyecto se desarrolla en dos comunidades autónomas diferentes, existen distintas normativas y leyes en temas de ordenación territorial.

#### Plan de restauración

El Proyecto de aprovechamiento de recursos minerales se encuentra dentro del ámbito de aplicación del *Real Decreto 975/2009, de 12 de junio*, sobre gestión de los residuos de las industrias extractivas y de protección y rehabilitación del espacio afectado por actividades mineras, según lo dispuesto en su artículo 2. En virtud de este Real Decreto se está redactando el Plan de Restauración correspondiente, cuyas principales características se incorporan en el Capítulo de Medidas Correctoras del presente Estudio de Impacto Ambiental Refundido.

#### Autorización ambiental

El Proyecto objeto de análisis no requiere autorización ambiental integrada al no encontrarse las actividades e instalaciones previstas dentro de:

- *Decreto Foral 93/2006, de desarrollo de la Ley Foral 4/2005, de 22 de marzo, de intervención para la protección ambiental (Navarra).*
- *El Anejo I del Real Decreto Legislativo 1/2016, de 16 de diciembre, que aprueba el texto refundido de la Ley de prevención y control integrados de la contaminación.*

En relación a la autorización ambiental integrada cabe realizar las aclaraciones siguientes:

- Las instalaciones minerales que se contemplan en el *Decreto Foral 93/2006, de desarrollo de la Ley Foral 4/2005, de 22 de marzo, de intervención para la protección ambiental no contemplan el tipo de Planta de Tratamiento Mineral (planta de beneficio)* descrita en el presente Proyecto:

Por otro lado, la planta de procesado no es una instalación química sino una planta de tratamiento de mineral, concretamente una Planta de Beneficio que utiliza procesos mecánico-físicos para el tratamiento del material. La definición de este tipo de instalaciones se encuentra en el *artículo 138 del Decreto 2857/1978, de 25 de agosto*, por el que se aprueba el Reglamento General para el régimen de la minería:

- Instalaciones de preparación, cuya finalidad es la eliminación de elementos sin valor, y mediante operaciones de trituración, molienda, clasificación y estrío, obtener productos vendibles o aptos para su posterior tratamiento o utilización directa.
- Plantas de concentración: son aquellas cuyo objeto es eliminar los elementos que puedan ser susceptibles de penalización en la comercialización o tratamiento posterior del producto.
- Plantas de beneficio: son aquellas instalaciones cuya finalidad es la de someter los recursos procedentes de yacimientos naturales o no naturales, o los productos resultantes de las operaciones anteriores, al correspondiente tratamiento para la obtención o recuperación de los elementos o compuestos que sean útiles.

Igualmente, la Planta de Secado y Compactación de Sal de Deshielo únicamente comprende procesos físicos como son el secado y el compactado sin que intervengan procesos químicos. De acuerdo con el artículo 138 del Decreto 2857/1978, de 25 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento General para el régimen de la minería mencionada más arriba, este tipo de planta sería categorizada Planta de concentración.

Por último, señalar que la Planta de Backfilling es una planta exclusivamente de mezclado y queda comprendida en el objetivo de la clasificación mencionada.

A continuación, se presenta una tabla en la que se recogen una serie de leyes, decretos y normativas que afectan a este proyecto:

NORMATIVA	COMENTARIOS
Ley 22/1973, de 21 de julio, de Minas.	Establece el régimen jurídico de la investigación y aprovechamiento de los yacimientos minerales y demás recursos ecológicos, cualesquiera que fueran su origen y estado físico.
Real Decreto 2857/1978, de 25 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento General para el Régimen de la Minería.	Reglamento que desarrolla la Ley de Minas.
Ley 54/1980, de 5 de noviembre, de modificación de la Ley de Minas, con especial atención a los recursos minerales energéticos.	Excluye de la Sección C de la Ley de Minas de 1973 los carbones, los minerales radiactivos, los recursos geotérmicos, las rocas bituminosas y cualesquiera otros yacimientos minerales o recursos geológicos de interés energético que el Gobierno acuerde, constituyendo una nueva Sección D.
Real Decreto 863/1985, de 2 de abril, por el que se aprueba el Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera.	Establece las reglas generales mínimas de seguridad a que se sujetarán entre otras las explotaciones mineras.
Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC)	Dictadas por el Ministerio de Industria y Energía recogen normativa específica sobre las explotaciones mineras.
ITC MIE SM 07.1.03 de Trabajos a Cielo abierto.	Una de las ITCs anteriormente mencionadas específica para labores a Cielo abierto, que recoge las condiciones especiales para este tipo de labor minera.
ITC MIE SM 04 de Labores Subterráneas.	Labores subterráneas, que recogen las condiciones especiales para este tipo de labor minera.
Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.	Incorpora la Directiva 89/391/CEE, establece un cuerpo básico de garantías y responsabilidades para lograr un adecuado nivel de protección de los trabajadores frente a los peligros derivados de las condiciones de trabajo.

Figura 23. Tabla de legislación. Fuente: Elaboración personal

## 5. ACCIONES REALIZADAS DURANTE EL PROYECTO

En adelante se pasan a describir las distintas actividades o cambios que se realizarán en las distintas fases del proyecto nombradas anteriormente.

### 5.1 Fase de construcción

#### **Desbroce de vegetación**

En primer lugar, se realizarán actividades de desbroces de vegetación en las que se recuperará la capa superior del suelo, siendo el espesor retirado de alrededor de 40 cm. Se tendrá en cuenta no comprometer las zonas de vegetación de interés.

El material retirado será utilizado más adelante para la restauración. Se acopiarán montones de tierra de un espesor que permita su aireación en zonas de pendiente mínima facilitando así los procesos de colonización vegetal.

#### **Movimientos de tierra y demoliciones**

Gracias a los datos cedidos por la empresa Geoalcali podemos saber que el volumen de la excavación será de 2.912.444 m<sup>3</sup>, con una profundidad máxima de excavación de 4 metros. Estas excavaciones podrán ser realizadas mediante a máquinas.

En cuanto a las demoliciones únicamente dos serán necesarias, la primera para la instalación de la bocamina en el municipio de Javier. La segunda se realizará en la carretera de servicio del Canal de Bardenas. Gracias a la empresa promotora podemos saber que el volumen generado por estas actuaciones será de 6.818 m<sup>3</sup>.

#### **Movimiento de maquinaria**

El movimiento y el transporte de maquinaria genera emisiones de CO<sub>2</sub> y polvo pudiendo dañar el medioambiente y el ecosistema local, para ello la empresa se comprometerá a que aquellos vehículos que transporten material granular a las obras (material de préstamos), irán con lona de cubrición para evitar la generación de partículas en suspensión.

Otra de las emisiones generadas serán los ruidos los cuales se intentarán minimizar y realizar en horarios en los que la fauna y la población se vea mínimamente afectada.

#### **Generación de residuos**

La estimación de los residuos generados durante la Fase de Construcción se ha realizado en relación con la superficie construida. Los datos deberán ser contrastados una vez se disponga de las mediciones concretas de Proyecto en el Plan de Gestión de Residuos desarrollado por el constructor.

También se han de tener en cuenta los residuos generados por la maquinaria además de el que generan las personas que se encuentren trabajando durante la construcción del proyecto.

### **Generación de ruidos**

El incremento de los niveles sonoros como consecuencia de las obras puede deberse a dos fuentes principales, la maquinaria y las actuaciones que conlleva la propia obra. Su efecto es temporal ya que sólo ocurre durante el periodo de construcción.

### **Emisiones**

Durante la construcción se da una importante emisión de CO<sub>2</sub> además del levantamiento de las partículas de polvo debido a la circulación de la maquinaria. Estas dos afecciones se consideran menores debido a su escasa duración además de que la magnitud de la obra no es grande.

### **Instalaciones**

Será necesario disponer en el área de bocamina de las siguientes instalaciones temporales, que consisten en todas las instalaciones mencionadas a continuación.

- Se instalarán casetas de obra y baños químicos portátiles.
- Se localizará una zona de mantenimiento y lavado de la maquinaria.
- Instalación de una zona de punto limpio para residuos inertes y peligrosos. Para la zona de almacenamiento que incluya los residuos peligrosos, se efectuará un recercado de hormigón incluyendo lámina impermeable y bordillo perimetral. El almacenamiento de los residuos peligrosos dentro del punto limpio incluirá bidones estancos ubicados sobre cubetos.
- Instalación de zona de acopios de material.
- Creación de una zona de depósitos de combustible y de generadores eléctricos. Para la excavación de las rampas será necesario el empleo de generadores eléctricos alimentados mediante gasoil. Este depósito también servirá para alimentación de la maquinaria necesaria para realizar el avance de los túneles. El depósito de gasoil estará ubicado sobre la solera de hormigón contando con un bordillo perimetral que delimitará la zona y evitará posibles accidentes con la maquinaria en tránsito.
- Instalación de una zona de depósitos de agua y aditivo. La zona de almacenamiento de depósitos de aditivo incluirá un recercado de hormigón y bordillo perimetral y contará además con un techado que evitará la entrada de agua de lluvia en la zona. Los depósitos de aditivo se ubicarán sobre cubetos antiderrame. El producto que pueda acumularse en estos cubetos será tratado como residuo peligroso.



- Creación de un equipo de depuración para la eliminación de los sólidos procedentes del agua drenada del interior de las rampas.

### **Suministro de energía**

Durante la Fase de Construcción se contempla el suministro de energía mediante grupos de auto- generación de energía eléctrica situados en el área de construcción de bocamina.

### **Instalación de línea eléctrica**

La línea aérea de alta tensión contemplada en el Proyecto se divide en 3 tramos:

- Proyecto Nº 1: Es el último en ejecutar, discurre íntegramente en el término municipal de Sangüesa. Tiene una longitud total de longitud total: 3.323 m
- Proyecto Nº 2: discurre íntegramente en el término municipal de Sangüesa y tiene su origen en un apoyo próximo a unos 80 metros de la Subestación de Sangüesa. Tiene una longitud total de 5.170 m
- Proyecto Nº 3: Tiene origen en la misma planta y discurre entre los términos municipales de Sangüesa y Undués de Lerda. Tiene una longitud total de 1.629 m.

### **Vibraciones**

Generadas por las voladuras, su efecto se verá minimizado puesto que únicamente se prevé su uso en un tramo de calcarenitas cuya resistencia es mayor que la que ofrece las margas, material mayoritario a excavar en las rampas mediante rozadoras.

Otras posibles vibraciones generadas son aquellas producidas por el movimiento de las maquinarias, que en este caso serán mínimas.

### **Construcción de las instalaciones de superficie**

- Rampas: El avance de las rampas se realizará con medios mecánicos. Únicamente se puede considerar la posibilidad de uso de perforación y voladura para las calcarenitas.
- Bocamina: Se realizará una excavación con la que se crearan unos portales de accesos, siendo que se presentaran 2 taludes cuya altura máxima será de 18 m en la rampa Oeste y de 14 m de altura máxima en la rampa Este. Estos taludes serán reforzados con Hormigón.
- Depósito temporal de materiales valorizables: El depósito temporal contará con un paquete de impermeabilización que garantice la estanqueidad del fondo del depósito mediante capas naturales y artificiales impermeables

- Cintas de transporte: Se crearán dos cintas de transporte ubicado en interior de mina irá anclada y suspendida en la clave del túnel.
- Planta de beneficio, planta de sal de deshielo y planta backfilling: Construcción de dichas superficies mediante procesos de cimentación.
- Edificios auxiliares: Construcción de dichos edificios con maquinaria de obra.

### **Construcción de los accesos**

El vial de acceso a las instalaciones contempla alturas de desmonte que en ningún caso superan los 8 m. Todos los desmontes contarán con taludes suaves.

El drenaje proyectado incluirá la adecuación para facilitar el paso de vertebrados de pequeño y mediano tamaño en aquellas estructuras con una sección mínima de 2 x 2 m, o de 2 m de diámetro si se trata de estructuras circulares.

### **Emisiones luminosas**

En las zonas de trabajo o momentos del día que carezcan de iluminación natural, ésta sea insuficiente o se proyecten sombras que dificulten las operaciones laborales o la circulación se empleará iluminación artificial.

### **Reposición de servicios afectados**

Los servicios afectados por la construcción del Proyecto incluyen el vial de servicio del Canal de Bardenas, propiedad de la Confederación Hidrográfica del Ebro, así como dos caminos agrícolas, denominados de Undués de Lerda y del Boyeral. A su vez se verán afectados el desagüe de dos acequias, propiedad de la CHE, que se utiliza para la conducción de agua para riego.

Todos los servicios afectados se proyectan como desvíos temporales hasta que concluya la Fase de Explotación del Proyecto, ya que al final de la misma, serán restituidos a su trazado original.

### **Contratación de mano de obra**

Se estima un total de 467 personas como mano de obra directa durante la Fase de Construcción, según los datos de la empresa Geoalcali.

### **Abastecimiento de agua**

Se estima que el abastecimiento de agua durante la fase de construcción se obtenga del Canal de Bardenas. El agua captada del canal, será bombeada hasta la balsa de pluviales de planta para su uso en la zona industrial y de mina.

## 5.2 Fase de explotación

### Obtención del mineral y transporte.

Desarrollo de galerías para la entrada a las distintas cámaras, estas galerías según los datos otorgados por la empresa se realizarán mediante un minador (Imagen x).



### Backfilling

Las cámaras que ya hayan sido minadas se rellenarán con parte de los estériles de flotación de la planta de tratamiento de mineral. En concreto, con este objetivo se utilizarán principalmente aquellos subproductos generados en el procesamiento del mineral para la obtención de potasa.

El objetivo de esta técnica es enviar, en forma de pasta densa, la máxima cantidad de los estériles de flotación posible al interior de la mina subterránea, en la cual se añadirá una cantidad de cemento para conseguir un comportamiento de sólido en un corto plazo. De esta manera, el relleno no generará lixiviado eliminando la posibilidad de infiltraciones y dará soporte geotécnico a las paredes y techo de las cámaras abiertas, permitiendo una extracción máxima del recurso.

### Construcción de los pozos de ventilación

Durante la explotación de la mina, se hace necesaria la construcción de pozos de ventilación para poder mantener una ventilación apropiada de los frentes de trabajo ya que estos cada vez estarán más alejados de la zona inicial donde se empezó la mina. Estos pozos de ventilación serán de aproximadamente 4-4,5 metros de diámetro e irán revestidos e impermeabilizados.

### Abastecimiento de agua

Gracias a los datos que ha facilitado la empresa se observa una combinación 4 fuentes de abastecimiento durante la Fase de Explotación en el siguiente orden de prioridad:

- a) Aguas subterráneas procedentes del achique minero de las rampas.
- b) Pluviales internas dulce o salinizadas drenadas y almacenadas.
- c) Aguas subterráneas procedentes del bombeo de pozos de abastecimiento.
- d) Toma de agua del Canal de Bardenas.

## **Vertidos**

Se generaran vertidos durante la fase de explotación, para los que se instalara un solo punto de vertido, una depuradora de aguas residuales que tendrá un vertido medio de 26,24 m<sup>3</sup>/d.

## **Ruidos**

Gracias a los datos facilitados por la empresa Geoalcali, el nivel de ruido alcanzado en los límites de la propiedad no supera los 55 dB nocturnos establecidos como límite de referencia de acuerdo con la norma RD 1367/2007, de 19 de octubre, ni por tanto los 65 dB diurnos.

## **Emisiones**

Las emisiones de polvo producidas en el interior de la mina se decantan a través de la longitud de las galerías, por lo cual, el polvo no es un tipo de emisión a la atmósfera. En cuanto a las emisiones del interior serán las correspondientes a las propias de la maquinaria móvil.

En superficie, durante el proceso de beneficio del mineral para la obtención de potasa, el material extraído se somete a diversos procesos, tanto en fase húmeda como seca. Es en la fase seca donde se producen emisiones de partículas sólidas. Del mismo modo durante el transporte de materiales y con el funcionamiento de maquinaria también existirá un aumento de emisiones de CO<sub>2</sub>.

## **Emisiones lumínicas**

La empresa Geoalcali ha asegurado lo siguiente:

*“La iluminación exterior de las instalaciones se ha diseñado con el objetivo de minimizar la contaminación lumínica y cumplir con lo establecido en la disposición cuarta de la Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.*

*El diseño del sistema de alumbrado se ha basado fundamentalmente en los criterios de eficiencia energética y de consecución de los niveles luminotécnicos establecidos según la normativa vigente.*

*Todas las instalaciones de alumbrado exterior y las conectadas con ellas, cumplirán el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión vigente (REBT) y el reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado exterior (REEIAE) e Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) sobre Eficiencia Energética y sobre niveles de Iluminación.*

*La iluminación prevista para el exterior cumplirá con las recomendaciones básicas para una iluminación racional y respetuosa con el medio y las personas, de acuerdo al Reglamento de Eficiencia y Alumbrado exterior según el Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07: iluminar de arriba abajo, hacerlo con*

*lámparas de bajo consumo y que no usen mercurio u otros materiales pesados, usar potencias adecuadas para no deslumbrar ni crear zonas de sombra demasiado oscuras, apantallar y orientar los focos correctamente para no enviar luz al cielo.*

*Referente a la iluminación de bocamina, los focos que se instalarán irán sobre poste o anclados a los taludes que conforman la bocamina, en cualquiera de las dos situaciones la altura a la que se instalarán es menor a la de los taludes y la dirección del foco lumínico nunca superará la del talud.*

*Los focos están orientados de forma que no se emite una cantidad importante de lumen hacia el frente ya que la mayoría se proyectan sobre el suelo de la bocamina. Además la contaminación lumínica hacia el exterior es mínima ya que la cota de estos focos es inferior al talud excavado de bocamina con lo que se reduce significativamente la posible contaminación lumínica que pudiera existir.*

*Las horas de uso de dichos focos será nocturna, pudiéndose encender antes cuando las condiciones meteorológicas sean adversas y la iluminación natural insuficiente.*

*La selección de estos focos se ha realizado acorde a la clasificación de clase de alumbrado y entendiendo que será una zona donde los trabajos que se realizarán serán a muy bajas velocidades si son con maquinaria o bien a pie, se optó por iluminación de clase E – peatonal. Con esta clasificación se garantiza las condiciones de iluminación mínimas necesarias para el desempeño de los trabajos en esta zona de forma segura y a su vez se reduce al mínimo la contaminación lumínica.*

*Respecto al resto de zonas de superficie, en aquellos casos donde sea posible se utilizarán dos niveles de iluminación, de manera que en aquellas zonas en donde disminuye la actividad o las características de utilización se pasará a un régimen de iluminación reducido, manteniendo así la uniformidad mediante reguladores de flujo luminoso para evitar así contaminación lumínica innecesaria. Además toda la luminaria llevará relojes astronómicos y células fotoeléctricas con programación diaria, semanal, mensual y anual, tipo Orbis o similar.”*

### **Contratación de mano de obra**

Según la propia empresa y distintos portales web la puesta en marcha del proyecto generara un total de 800 empleos directos. A ellos habría que sumarle los empleos indirectos que a día de hoy no es posible conocer.

### **Presencia de las instalaciones de superficie**

La altura máxima de los edificios que compone la zona industrial será de 38 m, correspondiente al edificio de secado. El resto de edificios serán todos inferiores a 28 m. Todos los edificios proyectados serán de color gris para facilitar su integración entre ellos y con el entorno.

La empresa Geoalcali asegura que con el fin de respetar en la medida de lo posible la calidad paisajística del entorno, todas las instalaciones proyectadas se han distribuido de forma que se mantengan los cerros rocosos y con fuerte pendiente del interior del perímetro.



### **Tráfico y transporte del material**

Aumento del tráfico debido al acceso de trabajadores al puesto de trabajo, además del aumento del transporte de material. Todavía no es calculable cuánto aumentará el tráfico por lo que no se sabe el impacto que tendrá a ciencia cierta.

## **5.3 Fase de desmantelamiento**

En esta fase la empresa nos ha notificado que se realizaría en dos etapas:

### **Etapas 1**

Cuando el cese de la actividad sea definitivo, se procederá al relleno con material proveniente del depósito temporal de materiales valorizables y con backfilling, en las últimas cámaras y galerías abiertas.

El proceso de restauración de los pozos comenzará con el desmontaje y retirada de cableado, maquinaria etc. dejando revestimiento e impermeabilización. También se retirará toda la instalación de superficie. Se procederá al sellado del acceso a las galerías de la mina desde el interior y posteriormente desde el exterior se procederá al relleno de la parte salina con material inerte, cementando encima con hormigón la última parte para aislar la parte salina y evitar entradas de agua.

Posteriormente en superficie se excavará en torno a la boca del pozo para hacer una losa de hormigón armado que cierre y selle el acceso al pozo utilizando encofrado perdido.

### **Bocamina**

La plaza de la bocamina y los portales de entrada se demolerán. Toda la zona recuperará las cotas de terreno natural original, una vez realizados los rellenos de tierras con el material procedente de los depósitos de tierras inertes.

### **Zona industrial y logística**

Se desmontarán todos los edificios, urbanizaciones e instalaciones exceptuando la Fábrica de Sal de deshielo y el edificio de oficinas, siguiendo el proceso inverso al de su construcción. Se transportarán los elementos desmontados para su posterior reciclaje en los centros gestores autorizados.

Los solares y espacios que no vayan a ser aprovechados, volverán a recuperar su condición de suelo rústico, para volver a tener un aprovechamiento agrario.

### **Etapas 2**

se procederá al desmantelamiento de:

- a) Carretera de acceso desde la NA 5410 hasta la entrada a Muga.
- b) Fábrica de Sal de Deshielo y oficinas.
- c) Línea eléctrica y subestaciones eléctricas transformación .
- d) Depósito temporal de materiales valorizables y balsa lixiviado.
- e) Vallado exterior y caminos periféricos.

## 5.4 Árbol de acciones

TIPOLOGÍA	CATEGORÍAS	ACCIONES CONCRETAS
CONSTRUCCIÓN	Acondicionamiento viales de acceso	Desbroce de vegetación
		Compactación del suelo/Cimentación
	Acondicionamiento zona de acopios	Expropiar terrenos
		Delimitar/Compactación suelo
		Cambio usos suelo
	Apertura hueco explotación	Desbroce/Tala
		Eliminar suelo
		Excavación/voladuras
		Generación de residuos
	Otros	Movimiento de maquinaria
		Contratación personal de obra
		Desplazamientos personal de obra
	Abastecimiento eléctrico	instalación de linea eléctrica
EXPLOTACIÓN	Obtención del mineral	Voladuras
		Transporte interno
		Movimiento de maquinaria
	Backfilling	Movimiento de tierras
		Movimiento de maquinaria
		Compactación del suelo/Cimentación
	Procesamiento material	Almacenamiento material
		Trituración/clasificación
		Generación de residuos
	Otros	Movimiento de maquinaria
		Contratación de personal de obra
		Desplazamientos personal de obra
		Presencia de edificios
DESMANTELAMIENTO		Cese de la actividad
		Retirada de maquinaria
		Demoliciones
		Reaprovechamiento de solarres
		Desmantelamiento de acessos
		Desmantelamiento linea electrica
		Retirada de materiales

Figura 24. Arbol de acciones del proyecto Mina Muga. Fuente: Elaboración personal

## 6. Valoración de impactos

Se describen en este capítulo los efectos ambientales que previsiblemente se ocasionarán sobre los recursos naturales, socioeconómicos y culturales como consecuencia del Proyecto Mina Muga en las fases de construcción, explotación y desmantelamiento.

En este estudio se identifican y evalúan los efectos previsibles sobre recursos naturales, socioeconómicos y culturales cuando exista una clara relación causa / efecto en modo, tiempo y espacio, imputable a las actividades relacionadas de un modo directo o indirecto con la construcción, explotación y desmantelamiento del Proyecto.

La valoración de los impactos potenciales identificados se ha realizado considerando lo expuesto en el Anexo VI de la Ley 21/2013 y adoptando la escala para clasificar la importancia de cada alteración: compatible, moderado, severo y crítico. En este sentido, se dirá que un impacto es compatible cuando el recurso natural, socioeconómico o cultural afectado es capaz de asumir los efectos ocasionados sin que ello suponga una alteración de sus condiciones iniciales ni de su funcionamiento, no siendo necesario adoptar medidas preventivas, protectoras, correctoras o mitigadoras

Un impacto se considerará moderado, cuando la recuperación del funcionamiento y características fundamentales de los recursos naturales, socioeconómicos y culturales afectados requieren la adopción y ejecución de medidas que cumplan alguna de las siguientes condiciones:

- Simples en su ejecución (quedan excluidas las técnicas complejas).
- Coste económico bajo.
- Existen experiencias que permitan asegurar que la recuperación de las condiciones iniciales tendrá lugar a medio plazo (período de tiempo estimado en 10 años).

El impacto se considerará severo cuando la recuperación del funcionamiento y características de los recursos afectados requieren la adopción y ejecución de medidas que cumplan alguna de las siguientes condiciones:

- Técnicamente complejas.
- Coste económico elevado.
- Existen experiencias que permiten asegurar que la recuperación de las condiciones iniciales tendrá lugar a largo plazo (estimado como un período de tiempo superior a 10 años); o bien no existan experiencias o indicios que permitan asegurar que la recuperación de las condiciones iniciales tendrá lugar en un plazo inferior

El impacto se definirá como crítico si no es posible la recuperación del funcionamiento y características fundamentales de los recursos afectados, ni siquiera con la adopción y ejecución de medidas preventivas, protectoras, correctoras o de mitigación.

En este estudio se han evaluado como poco significativos, a esta escala de trabajo, los efectos ambientales que pudieran producirse, entre otros, sobre:

- Riesgo de afección sobre la calidad del aire por el polvo originado por el acondicionamiento de la rampa, por la apertura de las cámaras de explotación, por el transporte de los productos comercializables o por el depósito de los productos valorizables.
- Alteraciones del sistema hidrológico como consecuencia de la instalación de las cintas de transporte o por los trabajos de revegetación.
- Incidencia sobre la fauna por la realización de la excavación de la rampa de acceso, la instalación de las cintas de transporte, el acondicionamiento de la rampa, depósito temporal de materiales valorizables, construcción de pozos de ventilación, por las instalaciones auxiliares, la construcción de la planta de concentración y por las captaciones de agua y sistemas de distribución, por la apertura de las cámaras de explotación y el arranque del mineral, el transporte del mineral a la planta, por el funcionamiento de la planta de concentración, por el transporte de estériles de la planta para el relleno de las cámaras, por el desmantelamiento de las instalaciones y el sellado del depósito temporal de materiales valorizables y balsas.
- Incidencias sobre la flora por el acondicionamiento de la rampa, por la construcción de los pozos de ventilación y las captaciones de agua, por la apertura de las cámaras de explotación, el transporte de mineral a la planta y de estériles de planta para el relleno de cámaras, así como por el sellado del depósito y balsas.
- Alteraciones sobre la geología como consecuencia de la construcción de los pozos de ventilación y de las instalaciones auxiliares y por la construcción de la planta de concentración.
- Riesgo de afección al suelo como consecuencia de la instalación de las cintas de transporte, por la construcción de los pozos de ventilación, las captaciones de agua y sistemas de distribución y por el funcionamiento de la planta de concentración.
- Afecciones al paisaje por la excavación de la rampa de acceso o por la construcción de las captaciones de agua, por el funcionamiento de la planta.
- Incidencia sobre la calidad de vida por la construcción del tendido eléctrico, la apertura de las cámaras de explotación, el transporte de materiales para el relleno de las cámaras y por el sellado del depósito temporal de materiales valorizables y balsas.
- Incidencia sobre el confort sonoro como consecuencia del transporte de productos valorizables.

En adelante se muestran tres tablas en las que se identifican varios impactos durante las distintas fases del proyecto.



	IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS FASE DE CONSTRUCCIÓN											
	ATMÓSFERA	SISTEMA HÍDRICO	FAUNA	VEGETACIÓN / HÁBITAT	RED NATURA 2000	GEOLOGÍA / GEOMORFOLO GÍA	SUELO	PAISAJE	PATRIMONIO HIST. / VIAS PECUARIAS	CALIDAD DE VIDA	CONFORT SONORO	MANO OBRA/EC LOCAL
	Polvo y gases de combustión	-	Eliminación de hábitats	Destrucción de formaciones y hábitat	Destrucción de formaciones de vegetación y eliminación de hábitats	-	-	Modificación del paisaje	-	-	Alteración del confort sonoro. Molestias a la población	Generación de puestos de trabajo
<b>Desbroce y tala</b>												
<b>Movimiento de tierras</b>	Polvo y gases de combustión	Afección a la calidad de aguas superficiales	Eliminación de hábitats	Destrucción de formaciones	Destrucción de formaciones de vegetación	Modificación del relieve	Pérdida de suelo	Modificación del paisaje	Posible afección a P. Arqueológico	Molestias a la población por generación	Alteración del confort sonoro. Molestias	Generación de puestos de trabajo
<b>Construcción de elementos de urbanización</b>	Polvo y gases de combustión	Afección a la calidad de aguas superficiales	-	Afección por polvo	-	-	-	Modificación del paisaje	-	Molestias a la población por generación de polvo y	Alteración del confort sonoro. Molestias a la	Generación de puestos de trabajo
<b>Excavación de rampas de acceso</b>	Polvo, proyecciones, onda aérea	Afección a la calidad de aguas superficiales	O	Afección por polvo	-	Modificación del relieve	-	O	Posible afección a P. Arqueológico	O	O	Generación de puestos de trabajo
<b>Instalación cintas transporte</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Generación de puestos de trabajo
<b>Acondicionamiento de la rampas</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Generación de puestos de trabajo

<b>Excavación y reutilización de materiales en la formación de barreras</b>	Polvo	Afección a la escorrentía y calidad aguas superficiales	O	Afección por polvo	-	Modificaciones temporales en la geomorfología	Ocupación suelo	Modificación del paisaje	Posible afección a P. Arqueológico	-	-	Generación de puestos de trabajo
<b>Construcción de pozos de ventilación</b>	Polvo	O	O	O	-	O	O	Modificación del paisaje	-	-	-	Generación de puestos de trabajo
<b>Construcción instalaciones auxiliares. Transporte de materiales de construcción</b>	Polvo y gases de combustión	Afección a la calidad de aguas superficiales	-	Afección por polvo	-	-	Riesgo de contaminación	Modificación del paisaje	-	-	Alteración del confort sonoro. Molestias a la población	Generación de puestos de trabajo
<b>Construcción tendido eléctrico</b>	Polvo y gases de combustión	Afección a la calidad de aguas superficiales	Afección de ecosistemas	Destrucción de formaciones	Destrucción de formaciones de	-	Ocupación suelo	Modificación del paisaje	Posible afección a P. Arqueológico	O	Alteración del confort sonoro.	Generación de puestos de trabajo

IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS FASE DE EXPLOTACIÓN												
	ATMÓSFERA	SISTEMA HÍDRICO	FAUNA	VEGETACIÓN / HÁBITAT	RED NATURA 2000	GEOLOGÍA / GEOMORFOLO GÍA	SUELO	PAISAJE	PATRIMONIO HIST. / VIAS PECUARIAS	CALIDAD DE VIDA	CONFORT SONORO	MANO DE OBRA/ECON LOCAL
<b>Tendido eléctrico</b>	-	-	Riesgo de colisión con tendido aéreo	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Explotación interna de la mina</b>	-	-	-	-	-	Riesgos subsidencias / sismicidad	-	-	-	-	-	Generación de puestos de trabajo.
<b>Transporte de mineral a la planta</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Plantas de procesamiento e instalaciones anexas (potasas, sal de deshielo y backfilling)</b>	Polvo y gases de combustión	Afección a la calidad aguas superficiales	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Generación de puestos de trabajo.
<b>Bombeo y evacuación de agua de la mina</b>	-	Afección a la calidad aguas superficiales	-	-	-	-	Riesgo contaminación	-	-	-	-	-

<b>Transporte de mezcla para backfilling al interior de la mina</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Relleno de cámaras con backfilling</b>	-	-	-	-	-	Mejora estabilidad cámaras	-	-	-	-	-	Generación de puestos de trabajo.
<b>Transporte de productos</b>	Polvo y gases de combustión	-	-	-	-	-	-	-	-	Molestias a la población por generación de polvo y partículas en suspensión	Alteración del confort sonoro. Molestias a la población	Generación de puestos de trabajo.
<b>Depósito temporal de materiales</b>	-	Afección a la escorrentía y calidad aguas superficiales	-	-	-	-	-	Modificación del paisaje	-	-	-	-

	ATMÓSFERA	SISTEMA HÍDRICO	FAUNA	VEGETACIÓN / HÁBITAT	RED NATURA 2000	GEOLOGÍA / GEOMORFOLO GÍA	SUELO	PAISAJE	PATRIMONIO HIST. / VIAS PECUARIAS	CALIDAD DE VIDA	CONFORT SONORO	MANO DE OBRA/ECON LOCAL
<b>Clausura de galería y pozos</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Desmantelamiento de instalaciones</b>	Polvo y gases de combustión	Afección a la calidad de aguas superficiales	-	-	-	-	-	Modificación del paisaje	-	Molestias por incremento sustancial del transporte	Alteración del confort sonoro. Molestias a la población	Generación de puestos de trabajo.
<b>Acondicionamiento del terreno y revegetación</b>	Polvo	Afección a la calidad de aguas	-	-	-	-	Recuperación de la capacidad productiva	Modificación del paisaje	-	-	-	-

Figura 25. Tablas de identificación de impactos en las distintas fases del proyecto. Fuente: Elaboración personal



Posteriormente se han analizado y valorado todos los impactos potenciales que las acciones del Proyecto pueden originar sobre el medio receptor del ámbito de estudio, cuyos datos principales se presentan en la matriz de valoración de impactos.

Para llevar a cabo la valoración cualitativa de los impactos se parte de una serie de criterios o atributos. A este respecto se ha adoptado el sistema de valoración formulado Vicente CONESA en su obra Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental (1993).

Esta metodología establece un sistema de valoración basado en atributos del efecto previsible, asignando un baremo de valoración cualitativa a cada uno de ellos. Estos atributos y su valoración se describen a continuación:

- Signo. Se refiere al carácter beneficioso (positivo) o perjudicial (negativo) del impacto.
- Intensidad. Grado de incidencia de la acción sobre el factor considerado, será mayor en función de la importancia ambiental del mismo. Baremo de 1 a 12 puntos: Baja (1), Media (2), Alta (4), Muy alta (8) y Total, que destruye el recurso o factor considerado, (12).
- Extensión o Ámbito. Indica el área de afección del impacto. El baremo es de 1 a 8 puntos: Puntual (1), Parcial (2), Extenso (4) y Total (8).
- Para este Proyecto concreto se ha distinguido, además de la incidencia puntual, el área del entorno inmediato de la explotación (2), un área de unos 2 km alrededor del emplazamiento (4). Podría darse el caso de que el efecto, aún siendo puntual o parcial, se produjese en un lugar crítico; en este caso habría que sumar cuatro puntos al correspondiente valor de la extensión.
- Momento. Tiempo transcurrido entre la aparición de la acción y la aparición del efecto. El baremo es de 1 a 4 puntos: De Inmediato a inferior a un año (4); Medio plazo, 1 a 5 años, (2); Largo plazo, más de 5 años, (1). A este atributo cabe sumarle cuatro puntos cuando el momento es inoportuno en el sentido de que la acción ocurra en un momento crítico para el factor considerado.
- Persistencia. Tiempo que permanecería el efecto a partir de la aparición de la acción correspondiente. Hay que considerar que el retorno a las condiciones iniciales puede ser de forma natural o aplicando medidas correctoras. El baremo es de 1 a 4 puntos: Fugaz, si la permanencia del efecto es menor a un año, (1); Temporal, si dura entre 1 y 10 años, (2) y Permanente si el efecto dura más de 10 años (4)
- Reversibilidad: Posibilidad de reconstruir por medios naturales, sin aplicar medidas correctoras, las condiciones iniciales una vez producido el efecto. Baremo de 1 a 4 puntos: Impacto reversible a Corto plazo (1); a Medio plazo (2); Irreversible (4).
- Recuperabilidad o Posibilidad de corrección: Indica la posibilidad de reconstrucción total o parcial del factor afectado después de aplicar medidas correctoras. El baremo de valoración se establece de 1 a 8 puntos: Recuperabilidad Inmediata (1); a Medio plazo (2); si la recuperación es Parcial, o efecto mitigable, (4); y si el efecto es Irrecuperable, el baremo es de 8 puntos.

- Sinergia: Se considera efecto sinérgico aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varios agentes supone una incidencia ambiental mayor que el efecto suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente. Baremo de 1 a 4 puntos: Acción no sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor (1); acción con sinergismo Moderado (2), acción con sinergismo Alto (4).
- Acumulación: El efecto acumulativo es aquel que incrementa progresivamente su gravedad cuando se prolonga la acción que lo genera, a diferencia del efecto simple que es el que se manifiesta en un solo componente ambiental o cuyo modo de acción es individualizado y no induce nuevos efectos, ni en su acumulación, ni en su gravedad. Se contemplan dos puntuaciones: (1) para el efecto simple y (4) para el efecto acumulativo.
- Efecto: Este atributo considera la relación causa-efecto del impacto que una acción del proyecto ocasiona sobre un determinado factor. El efecto puede ser directo (primario), o indirecto (secundario). La valoración es de un punto (1) para el efecto indirecto y de cuatro puntos (4) para el efecto directo.
- Periodicidad. Este atributo se refiere a la regularidad con que se manifiesta el efecto, que puede ser de forma periódica, de forma impredecible o de forma continua en el tiempo. El baremo de puntuación es de (4) para los efectos continuos, (2) para los efectos periódicos de aparición irregular y (1) para los de aparición irregular y discontinuos.

En la tabla siguiente se sintetiza la valoración de cada uno de los atributos considerados:

Signo	Impacto Beneficioso	1
	Impacto perjudicial	-1
Intensidad	Baja	1
	Media	4
	Alta	8
Extensión	Puntual	1
	Parcial	2
	Extenso	3
Momento	Largo Plazo	1
	Medio plazo	2
	Inmediato	4
	Crítico	+ 4
Persistencia	Temporal	1
	Permanente	3
Reversibilidad	Reversible	1
	Irreversible	3
Recuperabilidad	Recuperable	1
	Irrecuperable	3
Sinergia	No sinérgico	1
	Sinérgico	2
	Altamente sinérgico	4

Acumulación	Simple	1
	Acumulativo	3
	Sinérgico	5
Efecto	Directo	3
	Indirecto secundario	2
	Indirecto terciario	1
Periodicidad	Aperiódico o discontinuo	1
	Periódico	2
	Continuo	4

Figura 26. Tabla de valores de la matriz Conesa. Fuente: Elaboración personal a partir de los apuntes de EIA.

La siguiente tabla muestra como se valoraran los distintos valores obtenidos:

$I_c = 0-25$	Compatibles
$I_c = 25-50$	Moderados
$I_c = 50-75$	Severos
$I_c = +75$	Críticos

Figura 27. Tabla de valoración Conesa. Fuente: Elaboración personal a partir de los apuntes de EIA.

## 6.1 Resultados de la valoración

Medios afectados	Acción	Efecto	Valoración Conesa	Valoración
Aire	Desbroce vegetación	Partículas de polvo	-32	Impacto
	Excavaciones	Partículas de polvo	-37	Impacto
	Movimientos de tierras	Partículas de polvo	-33	Impacto
	Construcciones	Polvo y gases de maquinaria	-50	Impacto
Red Hídrica	Plantas de procesamiento	Afección a la calidad de agua	-51	Impacto
	Deposito de materiales	Afección a la calidad de agua	-53	Impacto
	Movimientos de tierras	Afección a la calidad de agua	-30	Impacto
	Construcciones	Afección a la calidad de agua	-32	Impacto
	Excavaciones	Afección a la calidad de agua	-29	Impacto
	Desmantelamiento	Afección a la calidad de agua	-31	Impacto
	Revegetación	Afección a la calidad de agua	-20	Impacto
Vegetación y habitat	Desbroce de vegetación	Deforestación y cambios	-49	Impacto
	Movimientos de tierras	Cambios en el habitat	-32	Impacto
	Excavaciones	Cambios en el habitat	-35	Impacto
	Construcciones	Cambios en el habitat	-31	Impacto
	Revegetación	Reforestación	35	Impacto
Fauna	Desbroce de vegetación	Eliminación de habitats	-54	Impacto
	Movimientos de tierras	Eliminación de habitats	-34	Impacto
	Tendido eléctrico	Riesgo colisión de aves	-67	Impacto
	Construcciones	Eliminación de habitats	-32	Impacto
Paisaje	Desbroce de vegetación	Cambios en el paisaje	-41	Impacto
	Movimientos de tierras	Cambios en el paisaje	-35	Impacto
	Construcciones	Cambios en el paisaje	-65	Impacto
	Deposito de materiales	Cambios en el paisaje	-61	Impacto
	Revegetación	Cambios en el paisaje	35	Impacto
	Excavaciones	Cambios en el paisaje	-32	Impacto
	Desmantelamiento	Cambios en el paisaje	-27	Impacto
Suelo	Movimientos de tierras	Perdida de suelo	-61	Impacto
	Desbroce de vegetación	Ocupación de suelo	-35	Impacto
	Excavaciones	Perdida de suelo	-67	Impacto
	Construcciones	Ocupación de suelo	-42	Impacto
	Revegetación	Recuperación de suelo	12	Impacto
Geología/Geomorfología	Movimientos de tierras	Cambios relieve	-67	Impacto
	Excavaciones	Cambios relieve	-72	Impacto
	Explotación mina	Sismicidad	-67	Impacto
	Backfilling	Relleno de materiales	12	Impacto
Ruidos	Excavaciones	Alteración Ruidos	-32	Impacto
	Movimientos de tierras	Alteración Ruidos	-28	Impacto

	Construcciones	Alteración Ruidos	-27	Impacto
	Voladuras	Alteración Ruidos	-28	Impacto
	Explotación mina	Alteración Ruidos	-31	Impacto
	Desmantelamiento	Alteración Ruidos	-29	Impacto
<b>Mano de obra</b>	Desbroce de vegetación	Generación de empleo	21	Impacto
	Excavaciones	Generación de empleo	23	Impacto
	Movimientos de tierras	Generación de empleo	23	Impacto
	Explotación mina	Generación de empleo	37	Impacto
	Desmantelamiento	Generación de empleo	21	Impacto

Figura 28. Tabla de los resultados de la valoración del método conesa



## **Flora y hàbitats**

El desbroce de vegetaci3n ser3 la principal acci3n que afectar3 a este apartado, adem3s de los movimientos de tierra, las distintas construcciones, el tendido el3ctrico y las excavaciones, aunque estas 3ltimas en menor medida. Esta ser3 una de los apartados m3s afectados durante esta fase.

Las instalaciones del centro minero no afectar3n hàbitats naturales de gran inter3s. La l3nea de alta tensi3n, al cruzar por zonas de la ribera del Aragón, no causar3 efectos directos. La vegetaci3n natural afectada, no representa una proporci3n muy alta, es por ello que el efecto ser3 m3nimo.

## **Aire**

Las acciones de deforestaci3n y los movimientos de tierra ser3n los principales emisores de gases de combusti3n durante la fase de construcci3n del proyecto. Adem3s, las excavaciones y las construcciones tambi3n ser3n emisores, aunque en menor medida que las anteriores.

La duraci3n de estas afecciones sobre el aire originadas por la retirada de vegetaci3n, movimientos de tierra y construcciones de infraestructuras de la explotaci3n ser3, aproximadamente, de 2 a3os y la superficie del terreno afectada ser3 de unas 250 hect3reas tal y como nos ha podido facilitar la empresa.

Las acciones del Proyecto en la Fase de Explotaci3n que se prev3 que pueden originar alteraciones en la calidad del aire por la generaci3n de polvo y la emisi3n de gases de CO<sub>2</sub> son principalmente el transporte de productos y las distintas instalaciones que se localizar3n sobre la zona de estudio. Es por ello que se considera que el efecto que este grupo de acciones producir3 sobre la atm3sfera en la Fase de Construcci3n es moderado.

La emisi3n de part3culas de polvo y gases de combusti3n en esta fase del Proyecto se producir3 fundamentalmente en las operaciones de desmantelamiento de las instalaciones y acondicionamiento del terreno. Del mismo modo, se considera que el efecto que de estas acciones producir3 sobre la atm3sfera en la fase de construcci3n es moderado.

## **Fauna**

Las operaciones de desbroce y movimiento de tierras podr3an suponer la eliminaci3n de hàbitats y la afecci3n a la distinta fauna local. Estas afecciones sobre la vegetaci3n ser3n de un tama3o reducido ya que las actuaciones se localizan principalmente sobre terrenos agr3colas. Adem3s, la poca actividad que se prev3, hacen que el impacto sobre la fauna sea moderado.

Durante la fase de explotaci3n se prev3 que las afecciones sobre la fauna se produzcan como consecuencia de la construcci3n del tendido el3ctrico que ocasionalmente puede provocar la el choque de las distintas aves que encontramos en la zona de estudio, siendo en muchos casos aves protegidas como se ha visto anteriormente. El impacto se puede considerar como severo, principalmente para las aves.

## **Red Hídrica**

La calidad del agua se verá principalmente afectada por el movimiento de tierras del mismo modo, aunque en menor medida las construcciones, las excavaciones y los vertidos de agua afectaran también de forma negativa a la calidad hídrica.

En el caso de las aguas subterráneas, las causas de la degradación de las mismas pueden ser por la infiltración de aguas contaminadas, productos de la alteración química de la roca, lixiviado de residuos y restos de productos químicos.

En cuanto a los cauces superficiales no se observan posibles afecciones a los Ríos Aragón y Onsella, ni al Canal de Bardenas. Del mismo modo, tampoco se producen afecciones al manantial del que se surte Undués de Lerda.

En la Fase de Explotación las afecciones al sistema hídrico se producirían por las actividades de evacuación de agua de la mina, las plantas de procesamientos e instalaciones y el depósito temporal de materiales.

En esta fase, las aguas superficiales podrían sufrir algún vertido por parte del proyecto, aunque se considera poco probable, por lo que la afección sería casi inexistente.

En cuanto a la afección a las aguas subterráneas, las características de permeabilidad y transmisividad de los materiales sobre los que se desarrolla el proyecto, hacen poco probable la infiltración de residuos a las mismas. Además, en las plantas de tratamiento, salvo en caso de accidente, no se espera que se produzca vertido alguno.

Es por ello, que durante esta fase se ha considerado como impacto moderado.

Durante la fase final del proyecto, el desmonte de las instalaciones, y la revegetación y reacondicionamiento del terreno pueden provocar vertidos. Aun así se considera como un impacto moderado, ya que como se ha dicho el riesgo es mínimo.

## **Espacios protegidos**

Durante la fase de construcción, se verá afectado el espacio protegido del tramo medio del río como consecuencia de las actividades desbroce, los movimientos de tierra y la construcción del tendido eléctrico. En este caso, el impacto se considera moderado o compatible, algo que se debe en gran medida a su escasa duración.

## **Geología y geomorfología**

Durante la fase de construcción, las afecciones sobre la geología y la geomorfología se producirán por la construcción de las rampas de acceso, los movimientos de tierras y por la excavación. En esta fase, el impacto podría considerarse como moderado, aunque podría encontrarse cerca de considerarse como severo.

En la fase de producción las afecciones sobre la geología y la geomorfología se producirán como consecuencia de la explotación interna de la mina y el relleno de las cámaras mediante backfilling.

El impacto se considera como severo con para la actividad de la explotación interna de la mina, mientras que el relleno de las cámaras mediante backfilling provocara un impacto positivo, calificado como moderado.

### **Suelo**

Durante la Fase de Construcción son diversos aspectos los que se prevé que afecten al suelo como consecuencia del movimiento de tierras, la excavación, la construcción del área para las instalaciones auxiliares y la construcción de la línea eléctrica. Siendo los efectos previsibles la pérdida y ocupación de suelo, se ha calificado como un impacto moderado.

En la Fase de Explotación las afecciones previsibles sobre el suelo se concentran en las en el bombeo de agua, aunque se considera que las capacidades de afección son muy pocas. Es por ello que se ha clasificado como impacto compatible

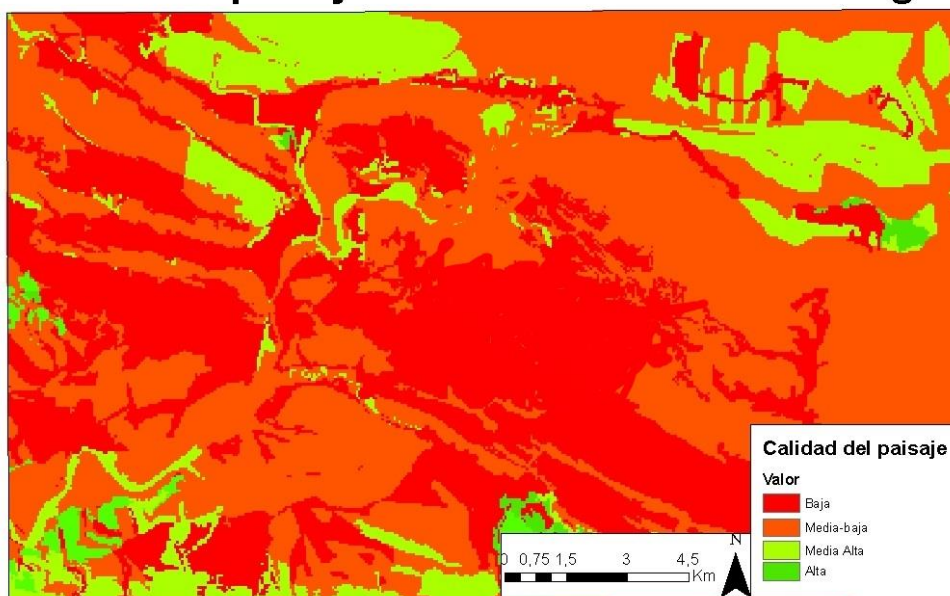
En esta Fase de Desmantelamiento del Proyecto se ha previsto la regeneración de la capa edáfica dentro de las actividades de acondicionamiento del terreno y revegetación. En este caso, se puede observar que tendrá un impacto positivo de carácter moderado, ya que se dará una renovación de suelo.

### **Paisaje**

El mayor impacto visual en este caso será por las construcciones de las distintas instalaciones y de la línea eléctrica además de los movimientos de tierra y las actividades de desbroce que generaran pérdidas de vegetación. Es por ello que debido al bajo nivel de calidad de paisaje de la zona se ha clasificado como un impacto moderado.

La única actividad del Proyecto en la Fase de Explotación que se prevé que puede originar alteraciones sobre el paisaje será solamente el depósito temporal de materiales. El impacto que previsiblemente puede originar la presencia del depósito temporal de materiales se ha calificado como moderado, ya que como se puede observar, el mapa de calidad de paisaje no sufre apenas cambios.

## Calidad del paisaje del entorno de la mina muga



En la fase de desmantelamiento, las operaciones de desmantelamiento de las instalaciones provocarán una modificación de las condiciones paisajísticas existentes, lo que, por tanto, produce una alteración que se califica como moderado.

### Vías pecuarias

En este caso encontramos que el proyecto se ubica sobre una vía pecuaria, conocida como la cañada de los roncaleses. Las actividades del Proyecto durante la Fase de Construcción que pueden afectar sobre estos elementos son el movimiento de tierras necesario para las instalaciones, la excavación de las rampas de acceso la construcción del tendido eléctrico, así como la excavación y reutilización de materiales en la conformación de las barreras. En este caso el impacto se ha considerado como moderado, debido a su baja temporalidad.

### Ruido

Durante la fase de construcción, el ruido se producirá, fundamentalmente, durante las operaciones de desbroce, movimiento de tierras y la construcción de instalaciones.

El impacto sobre el confort sonoro se ha valorado como compatible y moderado.

Durante el desarrollo de la Fase de Explotación de la mina será el transporte de los productos comercializables la única actividad que previsiblemente puede incidir en el confort sonoro de la población de la zona, si bien, como se dijo en apartados anteriores, el transporte circulará por vías en su mayoría alejadas de poblaciones. Es por ello que el impacto se considera como moderado.

Durante la realización de la Fase de Desmantelamiento se producirán una serie de actividades que pueden alterar el confort sonoro y provocar molestias a la población. Se prevé que el impacto originado sea compatible y de una baja importancia.

### **Economía**

Se prevé que los efectos que la construcción de las instalaciones de la mina Muga provoque sobre la economía de la zona serán positivos ya que será necesaria la contratación de personal y maquinaria para las labores desbroce y tala, movimientos de tierras, construcción de elementos. Además, esta mano de obra provocará una mayor demanda de servicios y bienes y consumo de los municipios aledaños.

Los impactos generados serán moderados y de carácter positivo.

Los efectos de esta Fase de Explotación se prevén que sean positivos ya que supondrá la creación de un foco de atracción poblacional que frenará el despoblamiento de la comarca al originar una demanda de mano de obra, superior a 800 empleos directos, por un período de más de 30 años en el que se explotarán recursos minerales con alto valor añadido.

Por lo anterior la explotación de la mina producirá un impacto positivo, calificado como moderado.

Se prevé que las actuaciones para el desmantelamiento de las instalaciones de la mina, una vez finalizada la explotación, originen, previsiblemente, un impacto sobre la economía de la zona positivos ya que continuará la demanda de mano de obra y con ello se mantendrá la demanda de servicios y bienes de consumo. El impacto se considera como positivo.

## 7. Conclusiones

Después de realizar el estudio de impacto ambiental del proyecto Mina Muga se han podido extraer una serie de conclusiones.

- La primera de ellas, es que nos encontramos con una zona con grandes oportunidades para la extracción de potasa, ya que cuenta con una unidad evaporítica, zona que como se ha mencionado se extraen las potasas. En cuanto al paisaje, observamos una zona con una calidad de paisaje media-baja, por lo que no supondría grandes afecciones al paisaje. Además, la zona se encuentra en una zona privilegiada para la comunicación gracias a su cercanía a la Autovía Pamplona-Jaca. Es por ello, que se puede decir que nos encontramos en una zona con una localización óptima para la localización de este proyecto.
- Se trata de un proyecto que no tendrá un fuerte impacto, en general, en el medio ambiente, siendo quizás más notable en la geomorfología.
- Sí tendrá un impacto severo en el paisaje, cuya calidad -basada en rasgos geomorfológicos, biogeográficos y de usos del suelo, es baja, restando peso a la afección. No obstante, el fondo escénico paisajístico, representado por la Sierra de Leyre -Sierra calcárea cubierta por un denso bosque de frondosas- incrementa la afección a una distancia media.
- Por otro lado, una de las conclusiones más importantes a la que se ha llegado es que el paisaje debe contar con una carga emocional, perceptual, para evaluar su calidad, que no hemos aplicado por no estar seguros de su objetividad.
  1. El paisaje del área de estudio representa un escenario de relieves alomados, sometidos a cultivos de secano con una dilatada historia cultural y sin una presencia agresiva de las actividades económicas sobre el territorio. De ahí que si se instala la Mina-Muga, desaparecerá esta imagen paisajística de secano tradicional en relieves ondulados.
  2. En cuanto al impacto socioeconómico, podríamos destacar que se trata de una importante oportunidad para la zona de estudio, puesto que podría generar un importante aumento de la población activa y de la economía. Querría matizar en este apartado, que los municipios que se encuentran en la parte aragonesa no sufrirán un incremento tan importante como los de la parte navarra, debido a una peor red de comunicaciones y una menor falta de servicios en el caso de Aragón.
- El uso del análisis geográfico y de los Sistemas de Información Geográfica, ha constituido en este TFM un adecuado enfoque y una herramienta indispensable para este tipo de trabajos territoriales y ambientales.



- El conocimiento integrado del territorio, el análisis geográfico regional, siempre es una buena base para llegar a establecer las afecciones de nuevas actividades a través de Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental.

## 8. Bibliografía

### Citas bibliográficas

Arboleda, J. (1994). Una propuesta para la identificación y evaluación de impactos ambientales. *Crónica Forestal y del Medio Ambiente* 9: 71-81

Conesa F.V. (2003). Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental, Mundi-Prensa,

Garmendia, S. et al. (2006). Evaluación de Impacto Ambiental. Ed. Pearson,

Gómez Orea, D. (2003). Evaluación de impacto ambiental: un instrumento para la gestión ambiental. Ed. Mundi-Prensa,

Ibarra Benlloch, P. (1993). Una propuesta metodológica para el estudio del paisaje integrado. Geographicalia,

Sanz, J. (1991). Concepto de impacto ambiental y su evaluación. Editorial,

### Páginas Web

[es.climate-data.org](http://es.climate-data.org). Página web de información climática.

[www.turismo-navarra.es](http://www.turismo-navarra.es). Página web del Departamento de Turismo del Gobierno de Navarra.

[WWW.CNIG.ES](http://WWW.CNIG.ES). Página web del Centro Nacional de Información Geográfica.

[www.idena.navarra.es](http://www.idena.navarra.es). Página web de la Infraestructura de Datos Espaciales de Navarra.

[www.igme.es](http://www.igme.es). Página web del Instituto Geológico y Minero de España.

[www.expansion.com](http://www.expansion.com) Página web del periódico Expansión.

[www.foro-ciudad.com](http://www.foro-ciudad.com) Página web con información de población.

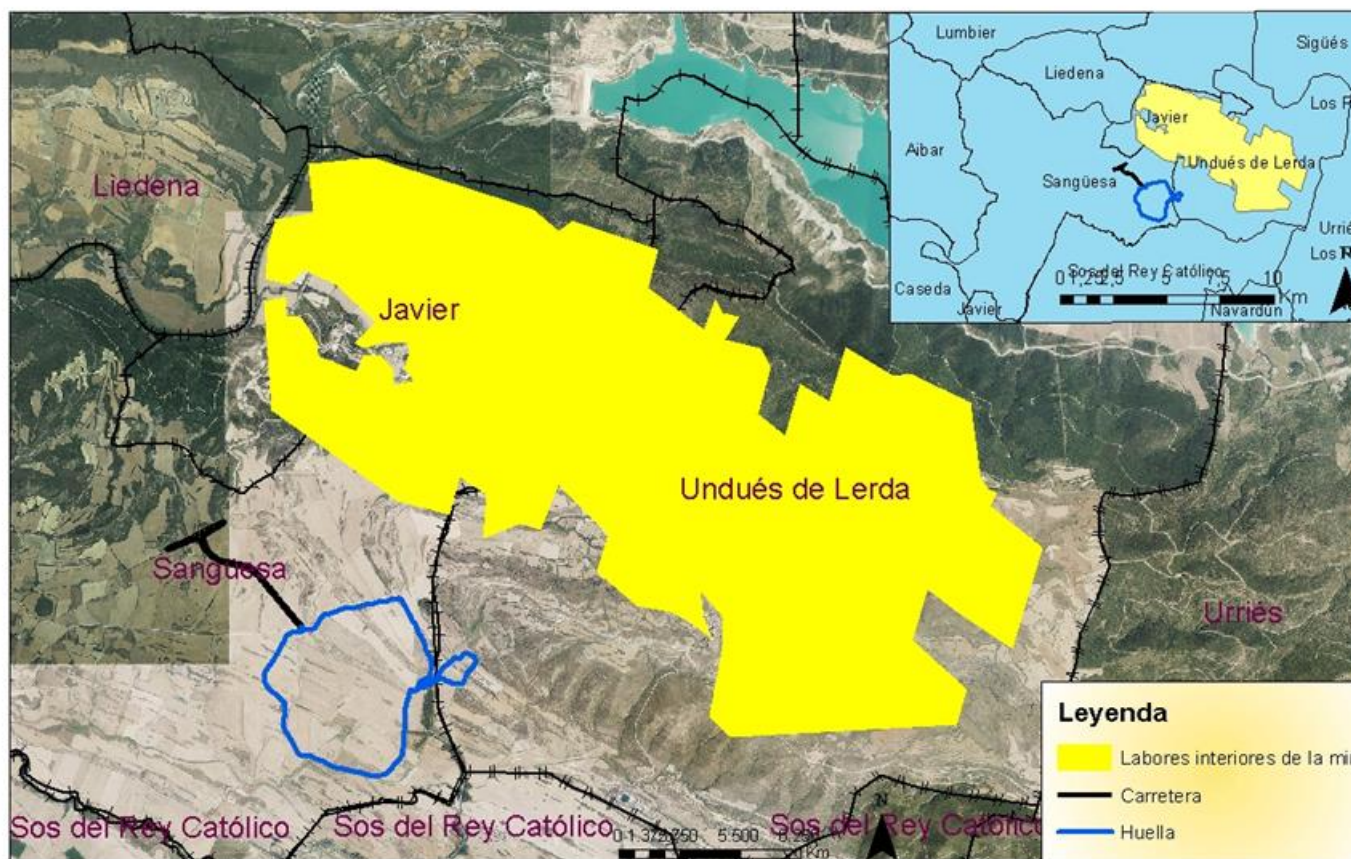
[www.ideaaragon.com](http://www.ideaaragon.com). Página web de la Infraestructura de Datos Espaciales de Aragón.

[www.geoalcali.com](http://www.geoalcali.com). Página web de geoalcali.

## Anexo

### Mapa de localización de la Mina Muga

#### Localización del proyecto Mina Muga

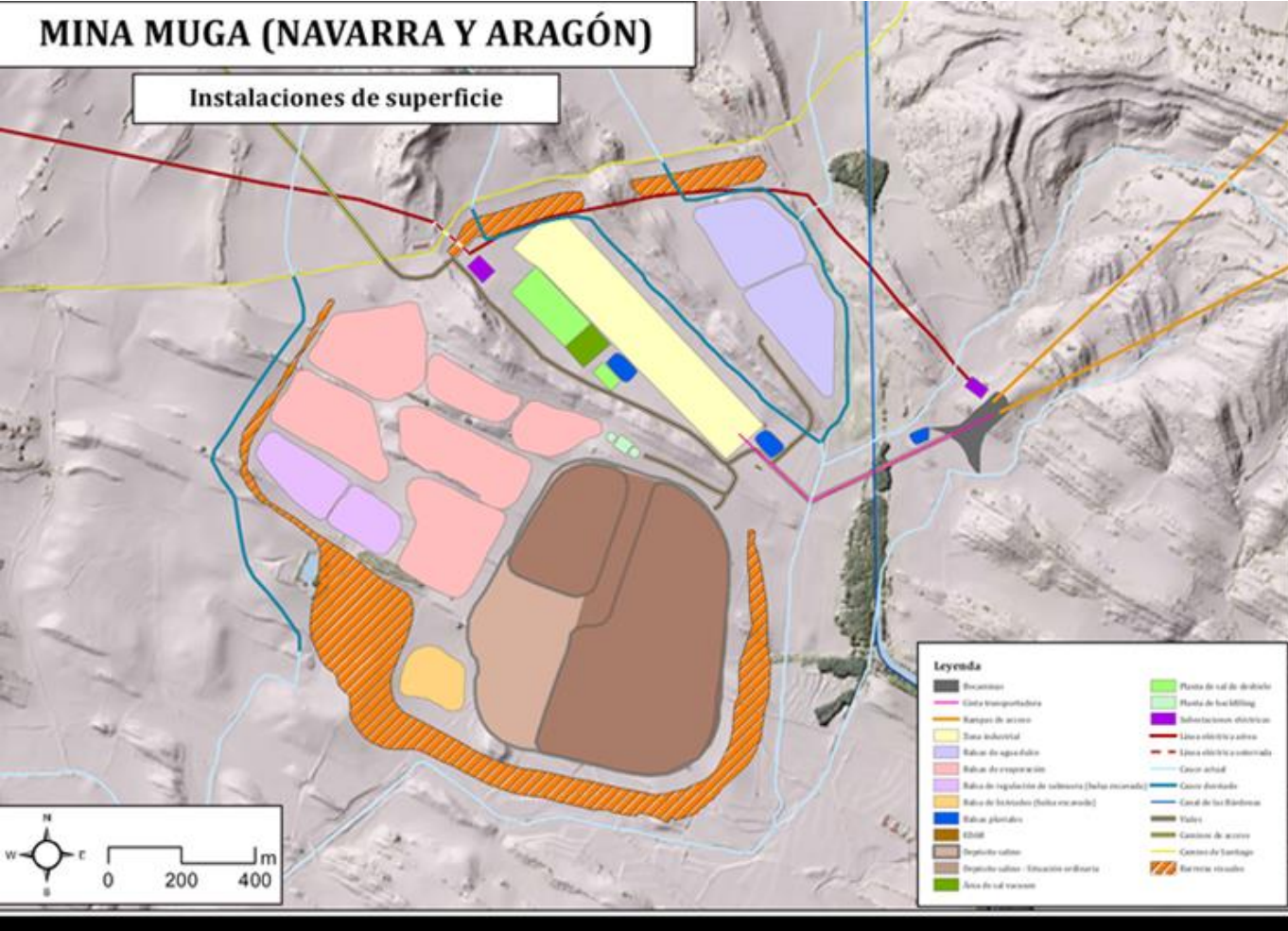


Mapa de localización de las zonas de actividad del proyecto

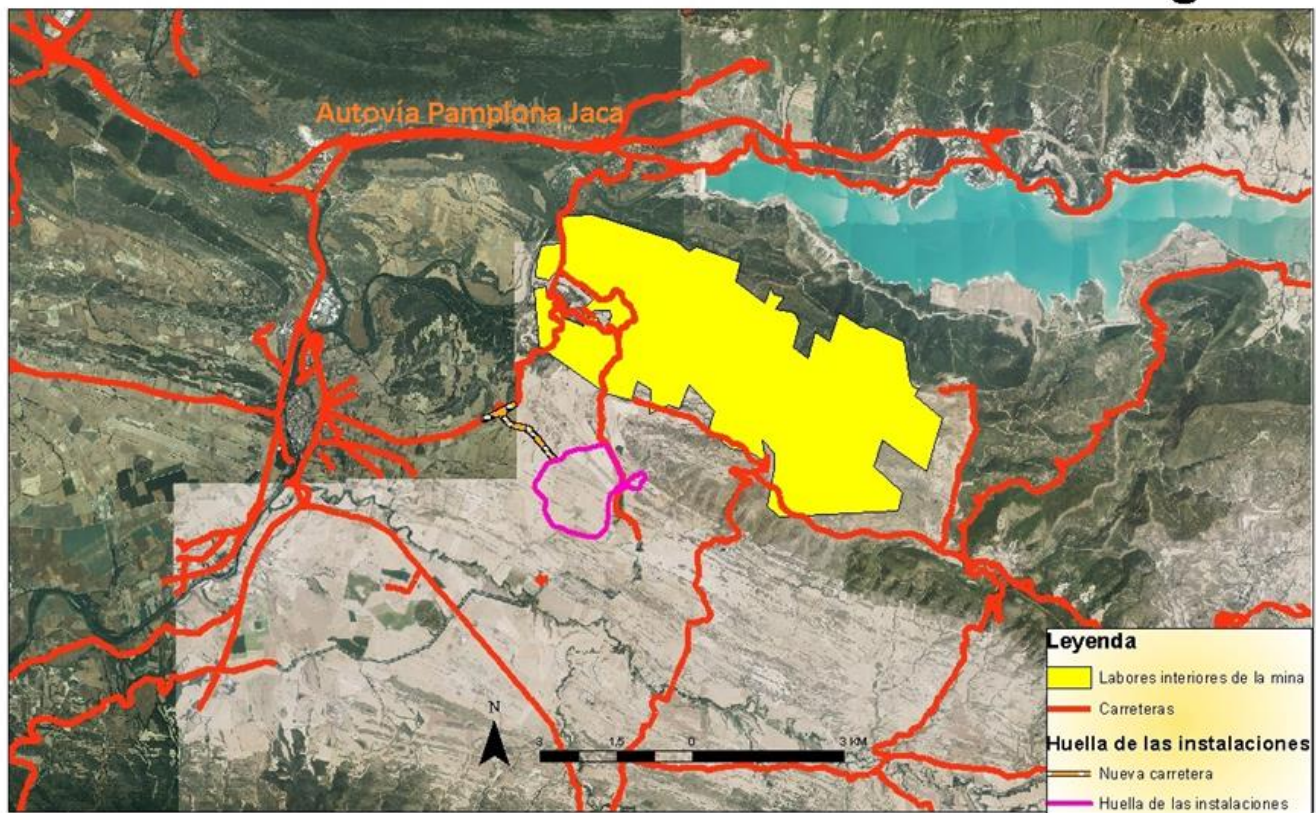




Mapa de las instalaciones en la superficie



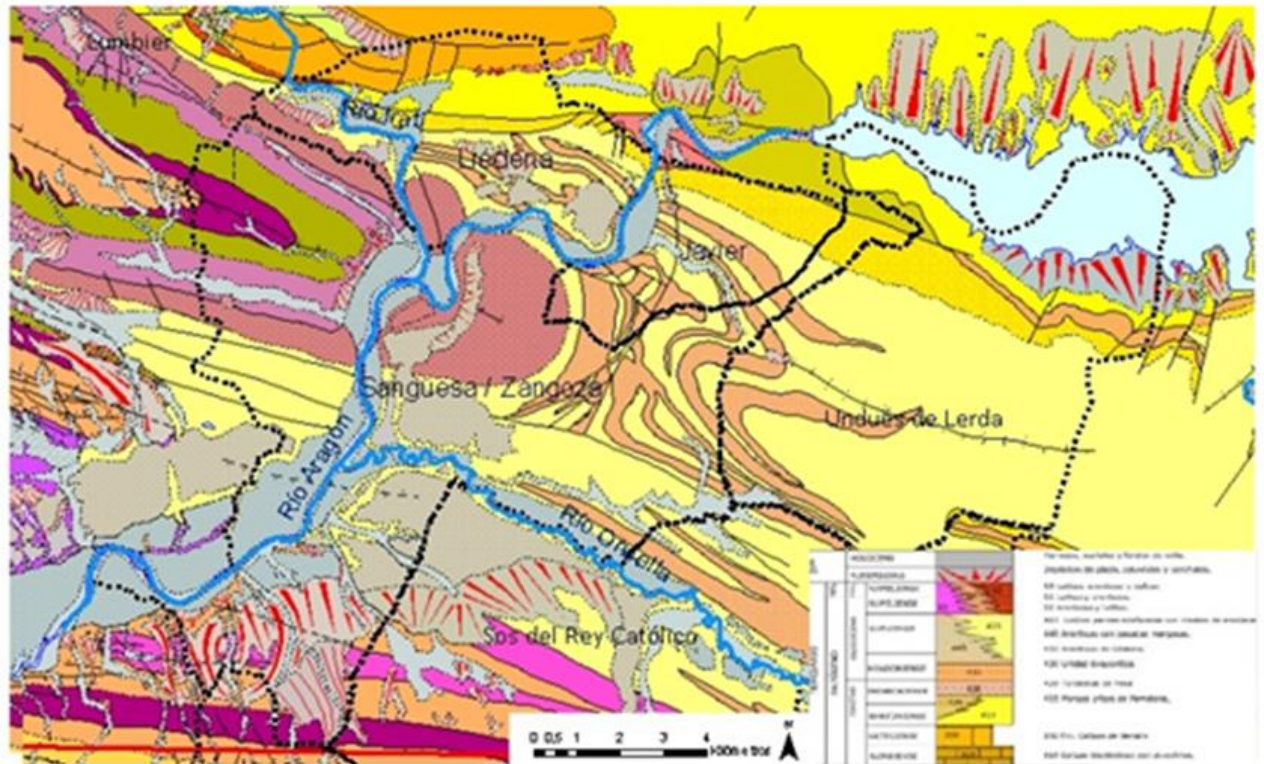
## Accesos a la instalación de la mina muga



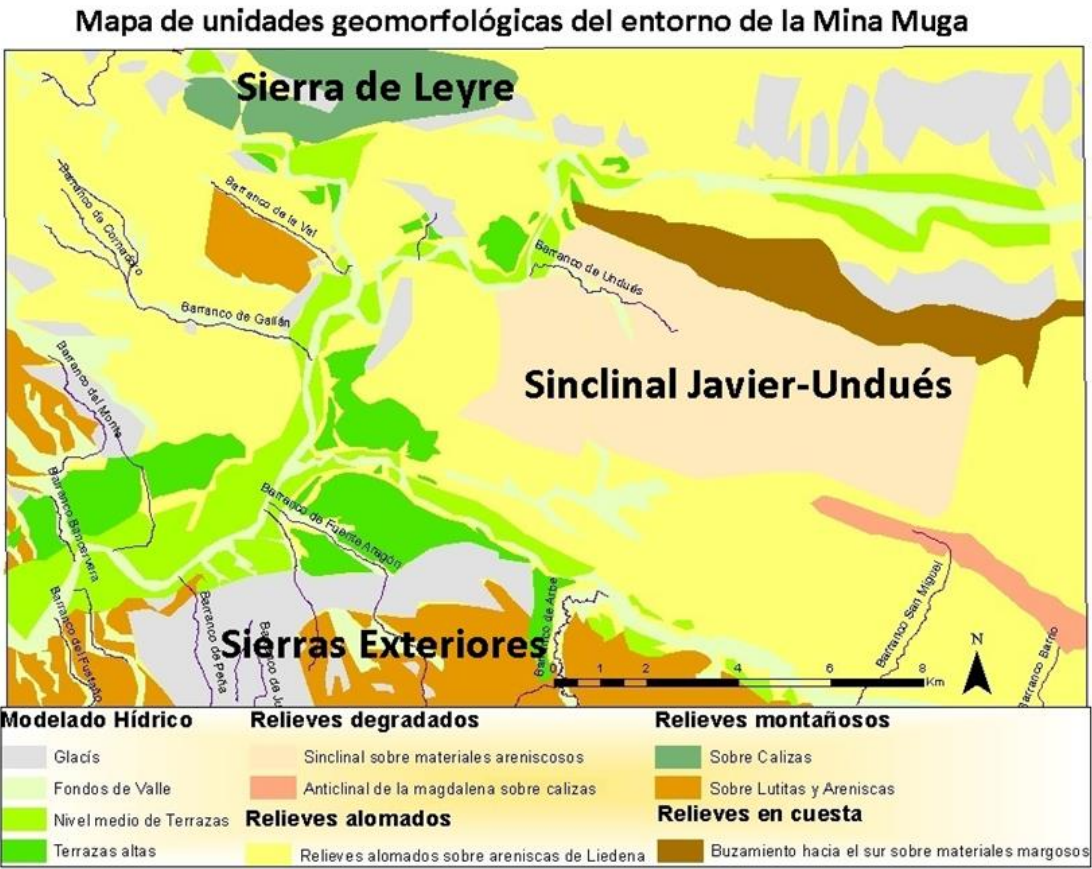




### Mapa geológico del entorno de la Mina Muga



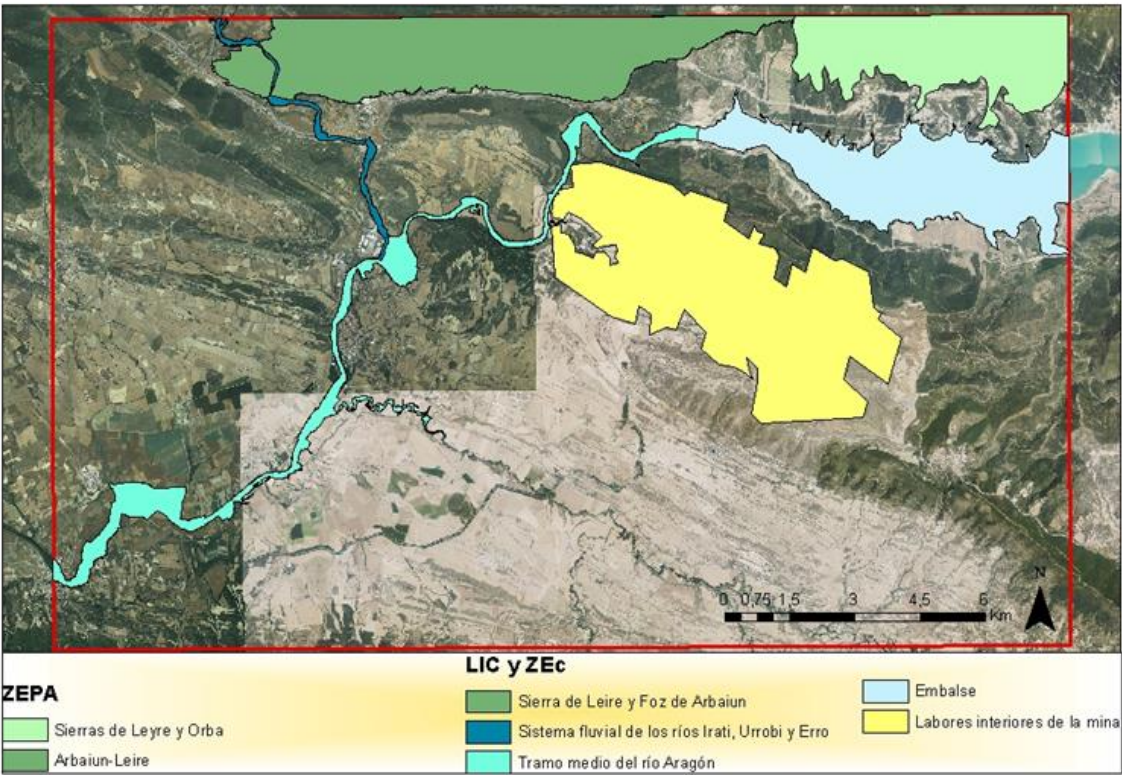
Mapa geomorfológico del entorno de la Mina Muga



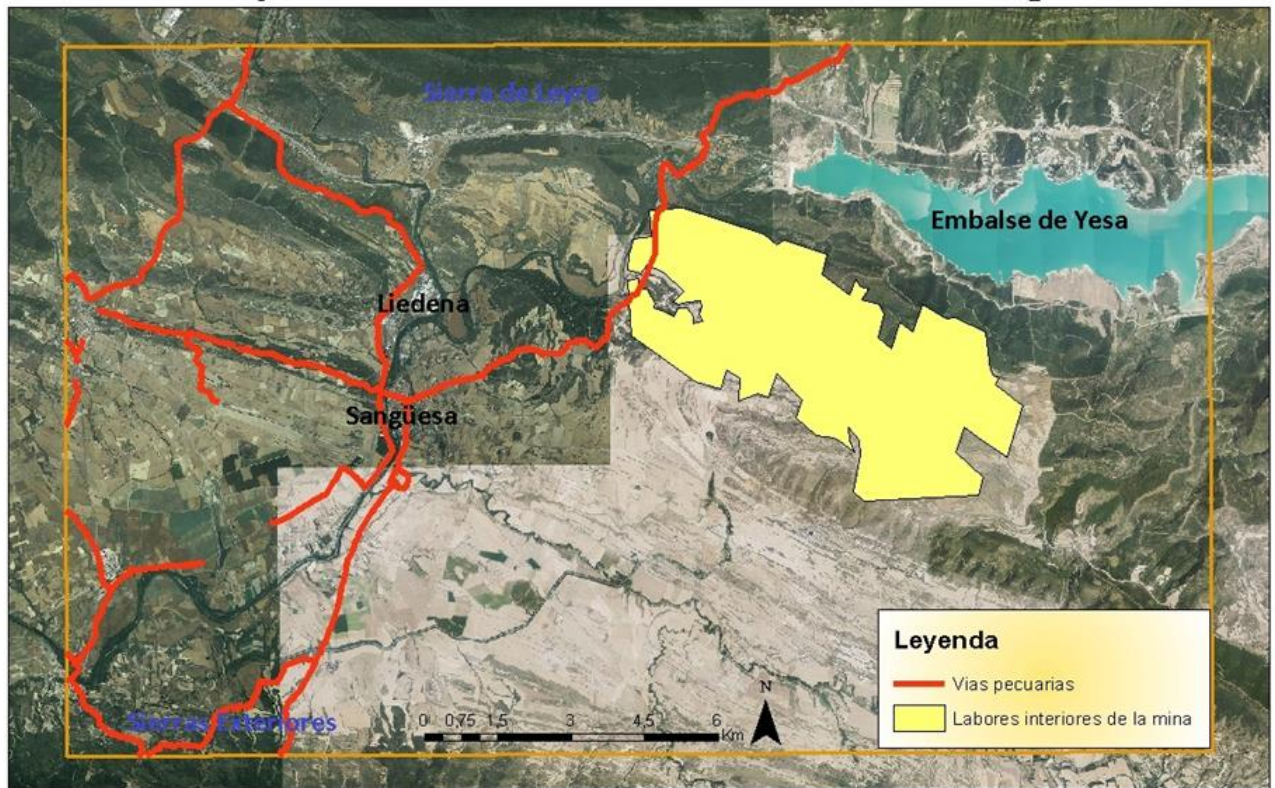




LIC y ZEPA en el entorno de la Mina Muga

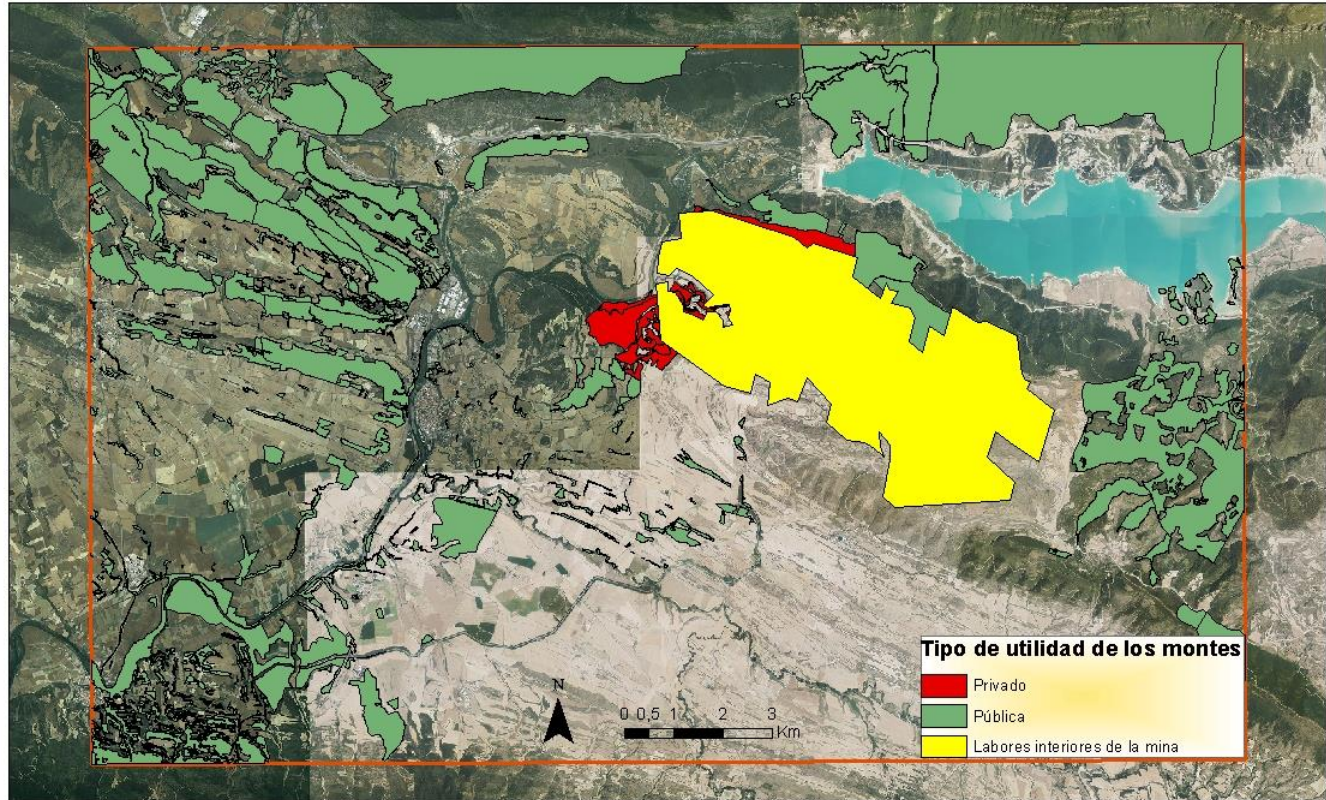


## Vías pecuarias del entorno de la Mina Muga



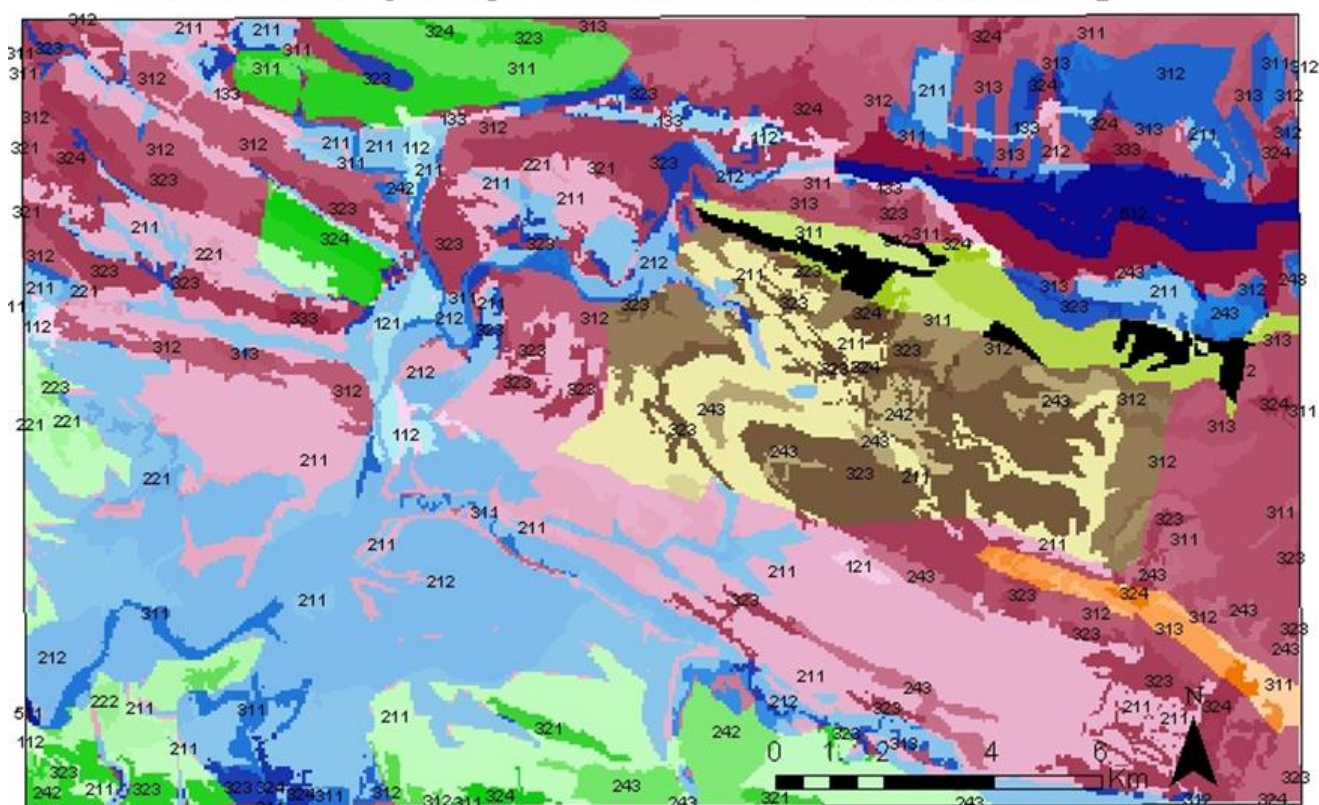


## Montes de utilidad pública en el entorno de la Mina Muga





## Unidades de paisaje del entorno de la Mina Muga



### Relieves Montañosos

- Tejido urbano discontinuo
- Zonas de construcción
- Tierras de labor en secano
- Terrenos agrícolas naturales
- Bosque de frondosas
- Bosque de coníferas
- Bosque mixto
- Pastizal natural
- Vegetación esclerófila

### Relieves en cuesta

- Zonas de construcción
- Zonas de secano
- Terrenos agrícolas naturales
- Bosques de frondosas
- Bosques mixtos
- Vegetación esclerófila
- Matorral boscoso de transición

### Anticlinal

- Mosaico de cultivos
- Terrenos agrícolas naturales
- Bosque de frondosas
- Bosque de coníferas
- Pastizal natural
- Vegetación esclerófila

### Sinclinal

- Zonas de secano
- Zonas irrigadas
- Mosaico de cultivos
- Terrenos agrícolas naturales
- Bosque de frondosas
- Bosque de coníferas
- Bosque mixto
- Vegetación esclerófila
- Matorral boscoso de transición

### Relieves alomados

- Tejido urbano
- Tejido industrial
- Zonas en construcción
- Cultivos de secano
- Cultivos irrigados
- Viñedos
- Frutales
- Olivares
- Mosaico de cultivos
- Terrenos agrícolas naturales
- Bosque de frondosas
- Bosque de coníferas
- Bosques mixtos
- Pastizales naturales
- Vegetación esclerófila
- Zonas de transición
- Zonas de vegetación
- Cursos fluviales
- Embalse

### Morfologías fluviales

- Tejido urbano
- Tejido industrial
- Zonas en construcción
- Tierras de labor de secano
- Zonas irrigadas
- Viñedos
- Frutales
- Olivares
- Mosaico de cultivos
- Terrenos agrícolas naturales
- Bosques de frondosas
- Bosques de coníferas
- Bosques mixtos
- Pastizal natural
- Cursos fluviales
- Embalse

## Calidad del paisaje del entorno de la mina muga

